

# APLICACIONES INVESTIGATIVAS DESDE LA INGENIERÍA

---



Este libro es producto de ejercicios investigativos de los autores que aparecen al pie de la firma de cada capítulo; las investigaciones de donde se derivaron se declaran en cada uno de ellos. Este libro resultado de investigación fue sometido a evaluación externa con base en criterios de calidad determinados por Minciencias.

Corporación Universitaria Adventista. Dirección de Investigación  
Aplicaciones Investigativas desde la Ingeniería / Dirección de Investigación - 1 edición. -  
Medellín: Editorial SEDUNAC Corporación Universitaria Adventista; 2023.

163 páginas.

IV Congreso Internacional de Investigación de la División Interamericana

ISBN: 978-628-95453-0-2 (versión electrónica)

1. Ingeniería. 2. Tecnología. 3. Procesos industriales.

629

C822

Corporación Universitaria Adventista©

Sello Editorial SedUnac©

ISBN: 978-628-95453-0-2

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA ADVENTISTA

Rector

Ph.D. JUAN CHOQUE FERNÁNDEZ

Vicerrectora Académico

Ph.D. MÓNICA CASTAÑO MEJÍA

Director Investigación

Ph.D. EDGARDO JAVIER RAMOS CABALLERO

Editor

Ph.D. ANA CRISTINA ZÚÑIGA

Compilador

Mg. HÉCTOR FABIAN PALACIOS

Sello Editorial SedUnac

editorialinvestigacion@unac.edu.co

Corrección de texto: Dr. ENOC IGLESIAS

Diagramación y carátula: HÉCTOR FABIÁN PALACIOS

1a edición: Noviembre de 2023

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en sistema recuperable o transmitida en ninguna forma o por medio electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, u otro, sin haber citado la fuente. Los conceptos expresados en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente corresponden con los de la Corporación Universitaria Adventista.



# CONTENIDO

**PRÓLOGO** 7

**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL CICLO DEL PEDIDO EN UNA EMPRESA ALIMENTICIA** 9

*Walter Hugo Arboleda Mazo, Luis Londoño, Leydy Johana Orozco Carvajal, Antonio Marín, Ana Cristina Zúñiga Zapata*

---

**PROPUESTA PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA INVESTIGACION EN PROGRAMAS DE PREGADO: UNA EXPERIENCIA DESDE LA FACULTAD DE INGENIERIA** 31

*Raquel Anaya Hernández, Walter Hugo Arboleda Mazo, Jhon Fredy Niño Manrique, Ana Cristina Zúñiga Zapata*

---

**EXPERIENCIA EN EL USO DE DATOS ABIERTOS DE PROMOCIÓN DE SALUD EN UNA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS ESTRATEGIAS DE PROYECCIÓN SOCIAL** 56

*Raquel Anaya Hernández, Walter Hugo Arboleda Mazo, Edgardo Javier Ramos Caballero, Fredys Simón Mendoza*

---

**UNA PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO EN EL ANÁLISIS, EXPORTACIÓN Y DISEMINACIÓN DE IONOGRAMAS DIGITALES DESDE LA SONDA IPS-42** 87

*Jaime Blanco López, Walter Hugo Arboleda Mazo, Rodrigo Leiva Diaz, Moisés Isrrael Resabala Moreira*

---

**UNA EXPERIENCIA DE ANÁLISIS DE LA CALIDAD DATOS EN EL CAMPO DE LA SALUD PÚBLICA** 113

*Ricardo Ruiz Cortés, Kevin Andrés Prieto Cruz, Walter Hugo Arboleda Mazo, Raquel Anaya Hernandez, Arturo Jesús Laflor*

---

**IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES QUE AFECTAN LOS RIESGOS LABORALES EN TRES MIPYMES PARA CONSTRUCCIÓN DE LA PREVENCIÓN LABORAL** 128

*Jesús David Morales Guzmán*

---

**CAMINO HACIA UNA UNIVERSIDAD SOSTENIBLE** 146

*Ana Cristina Zúñiga Zapata, Adriana Cristina Jiménez, Héctor Fabian Palacios*

# PRÓLOGO

La ingeniería es una disciplina que se basa en el conocimiento científico y tecnológico para la solución de problemas prácticos. La investigación es una parte esencial de la ingeniería, ya que permite generar nuevos conocimientos y tecnologías que pueden contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas.

El libro Aplicaciones investigativas desde la ingeniería presenta una colección de estudios de investigación realizados por estudiantes, docentes e investigadores de la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Adventista. Los capítulos de este libro abordan una amplia gama de temas, desde la ingeniería industrial y la ingeniería de sistemas.

El capítulo 1, titulado "Propuesta para el mejoramiento del ciclo del pedido en una empresa alimentaria", presenta una investigación que busca mejorar la eficiencia del proceso de pedidos en una empresa de alimentos. El capítulo 2, titulado "Propuesta para el fortalecimiento de la investigación en programas de pregrado: una experiencia desde la Facultad de Ingeniería", describe una experiencia de fortalecimiento de la investigación en la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Adventista. El capítulo 3, titulado "Experiencia en el uso de datos abiertos de promoción de salud en una institución universitaria para el fortalecimiento de las estrategias de proyección social", presenta una investigación que busca utilizar datos abiertos para mejorar las estrategias de promoción de salud en una institución universitaria.

Los capítulos 4 y 5, titulados "Una propuesta para el mejoramiento en el análisis, exportación y disseminación de ionogramas digitales desde la

sonda IPS-4287" y "Una experiencia de análisis de la calidad de datos en el campo de la salud pública", respectivamente, presentan investigaciones que buscan mejorar el análisis y la gestión de datos en el campo de la ingeniería y la salud pública. El capítulo 6, titulado "Identificación de variables que afectan los riesgos laborales en tres MIPYMES para construcción de la prevención laboral", presenta una investigación que busca identificar las variables que afectan los riesgos laborales en tres pequeñas y medianas empresas. Por último, el capítulo 7 describe los inicios estratégicos para encaminar a una institución de educación superior hacia la sostenibilidad.

Este libro es una valiosa contribución a la investigación en ingeniería. Los estudios de investigación presentados en este libro ofrecen una visión de los últimos avances en la ingeniería en Colombia y en el mundo. Este libro es una propuesta de lectura para estudiantes, docentes e investigadores de la ingeniería.



## PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL CICLO DEL PEDIDO EN UNA EMPRESA ALIMENTICIA\*

**Walter Hugo Arboleda Mazo<sup>1</sup>, Luis Londoño<sup>2</sup>,  
Leydy Johana Orozco Carvajal<sup>3</sup>, Antonio Marín<sup>4</sup>,  
Ana Cristina Zúñiga Zapata<sup>5</sup>**

### Resumen

La logística en las empresas hace que estas aumenten sus niveles de competitividad y garanticen su supervivencia, para ello es necesario que estas innoven mediante la digitalización de los procesos de la cadena de suministro generando valor para los clientes externos e internos, mejorando

\*Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado "Diseño de una Estructura de Digitalización en la cadena Logística de la Empresa Vitarrico S.A" – UNAC (Medellín-Colombia) y desarrollado en el Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A categorizado B por el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia perteneciente a la UNAC.

1 Magíster en Ingeniería, Especialista en Teleinformática, Ingeniero de Sistemas. Investigador, Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: warboleda@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4937-5359>

2 Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Ingeniero Físico. Investigador, Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: lilondono@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1080-6898>

3 Administradora de Empresas, Facultad de Ciencias Administrativas y Contables, Universidad Católica Luis Amigó. Correo electrónico: leydy.orozcoca@amigo.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7315-126X>

4 Ingeniero de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: amarin@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1588-5943>

5 Doctora en Bioeconomía, Magister en Gestión de Ciencia Tecnología e Innovación, Especialista en logística integral, Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: investigacion@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6503-412X>

así la toma de decisiones y aumentando los niveles de satisfacción. El presente capítulo aborda la creación de un prototipo de sistema de información para el ciclo de pedido de una empresa alimenticia, apoyando la fuerza de ventas en la realización de gestión de pedidos, clientes y productos, mediante la propuesta de una infraestructura multidispositivo de alto rendimiento usando microservicios, con tecnologías como SpringBoot 2 para el backend, Angular 7 para el front end, Open Feign http para el desarrollo de clientes REST, Zuul ApiGateway para desarrollar el punto de acceso para front end, y finalmente Spring data JPA y Mysql para la persistencia.

**Palabras clave:** Ciclo de pedido, transformación digital, microservicios, fuerza de ventas, satisfacción del cliente.

## Abstract

Logistics helps companies increase their competitiveness levels and guarantee their survival. For this reason, they must innovate by digitizing the supply chain processes, generating value for external and internal customers, improving the decision-making process, and customer satisfaction levels. This chapter addresses the order cycle of a food company, allowing the sales force to manage orders, customers, and products, by proposing a high-performance multi-device infrastructure. Moreover, the proposal uses a microservices architecture with technologies such as SpringBoot 2 for the back-end, Angular 7 for the front-end, Open Feign http for the development of REST clients, Zuul ApiGateway for the development of the front end access point, and finally, Spring data JPA y Mysql for the persistence.

**Key words:** Order cycle, digital transformation, microservices, sales force, customer satisfaction.

## INTRODUCCIÓN

En primer lugar, las utilidades de las empresas son resultado de su competitividad, la cual se manifiesta llevando productos y servicios de alta calidad y valor agregado a sus clientes y usuarios finales. Conjuntamente estos son el resultado de la generación de valor en los procesos y actividades de la cadena de suministro, como muestra la figura 1, mediante los procesos de materia prima, producción, transporte y logística, agencia y sucursales, almacenamiento, venta o contacto con el cliente y distribución de entregas; disminuyéndose los costos de producción y haciéndose llegar productos al usuario final al menor precio.



*Figura 1:* Cadena de suministro. Fuente: (Entrepreneur, 2019).

Lo anterior, requiere que todas las actividades de la cadena generen valor agregado, siendo importante para la gestión de los procesos de la cadena de suministro, usar software para mejorar los tiempos de atención al cliente y la toma de decisiones, teniéndose información en línea de cada uno de los procesos.

En resumen, el uso de un rutero de ventas móvil mejora los tiempos en el ciclo del pedido, lo que incluye el proceso de preventa que permite controlar el crédito y el récord de pago de los clientes, lográndose incrementar el flujo de efectivo y la satisfacción del cliente (Kocaoglu & Acar, 2016), reduciendo costos logísticos y tiempos de entrega (Salam & Khan, 2016), aumentando la agilidad de la cadena de suministros en la logística de ventas y en conformidad con las demandas de los clientes. Esto es percibido finalmente como calidad en los tiempos de entrega, pues la capacidad de respuesta en el proceso mediante un sistema de alertas que tenga influencia positiva en la interacción de clientes y vendedores en el servicio de venta logra mejoras significativas que permiten optimizar los pedidos con información del comportamiento de consumo del cliente (Roy, Raju, & Mandal, 2017), todo ello apoyado en el histórico de pedidos que permite anticipar la necesidad real del cliente antes que este realice el pedido (Han et al., 2016).

## DESAROLLO

### **Digitalización de la cadena de suministro**

Especialmente la planificación de recursos empresariales requiere el uso de herramientas como SAP o xTuple, en el caso de software de tipo propietario, o en cuanto software libre, ADempiere ERP Business Suite, Apache OFBiz, Dolibarr, ERPNext, Odoopentaps (Redhat, 2019) los cuales tienen muy buenas funcionalidades como se muestra en la tabla 1, además de permitir su integración con herramientas para soluciones de “Empresa 4.0”, que permiten el análisis y control en tiempo real de los datos del proceso productivo y un mejor uso de la energía, el agua, la materia prima y demás recursos utilizados usando sensores (Arboleda Mazo & Orozco Carvajal, 2018).

Tabla 1.

*Funcionalidades del software libre ERP. Fuente: Propia autoría.*

| ERP   | Funcionalidades  |
|---|--|
| <p><b>ADempiere ERP Business</b><br/>Desarrollo web en Java</p> | <p>Planeación de recursos, administración de la cadena de suministro, relación con el cliente, análisis de desempeño financiero, punto de venta, tienda en línea, planificación de requerimientos de material, gestión de proyectos, gestión de recursos humanos y nómina, gestión de transporte y gestión de activos (ADempiere, 2019).</p>   |
| <p><b>Apache OFBiz</b><br/>Desarrollo web en Java</p>           | <p>Contabilidad, facturación, gestión de vendedores, contabilidad general, gestión de activos, gestión de capital, catálogo y gestión de productos, gestión de almacenes - manejo de stocks, gestión de inventarios, procesamiento de pedidos, gestión de contenidos, planificación de recursos compartidos, gestión de clientes, tienda de comercio electrónico, gestión de la fuerza de ventas, automatización de funciones de venta y administración de la red de suministro, planeación de materia prima, punto de venta y gestión de recursos humanos (Apache, 2019).</p> |
| <p><b>Dolibarr ERP/CRM</b><br/>Desarrollo web en PHP</p>        | <p>Catálogo de clientes y proveedores, clientes potenciales, proveedores, anuario de contactos físicos, gestión de cuentas bancarias y caja, gestión de presupuesto, gestión de pedidos, gestión de contratos de servicio, gestión de facturación, gestión de stock, control de pagos, gestión de envíos, e-mailing, generación de facturas, pedido y presupuestos (Dolibarr, 2019).</p>   |
| <p><b>ERPNext ERP/CRM</b><br/>Desarrollo web en Python</p>      | <p>Contabilidad, gestión de activos, gestión de la relación con el cliente, gestión de recursos humanos, gestión de manufactura, punto de venta, gestión de ventas y gestión de proyectos (ERPNext, 2019).</p>   |
| <p><b>Odoo ERP/CRM</b><br/>Desarrollo web en Python</p>         | <p>Gestión de compraventa, gestión de la relación con el cliente, gestión de proyectos, gestión de almacenes, gestión de manufactura, gestión de contabilidad, analítica y financiera, gestión de puntos de venta, gestión de activos, gestión de recurso humano, gestión de inventario, campañas de mercadeo, gestión de flujos de trabajo (Odoo, 2019).</p>  |

En particular, integrando las operaciones del proceso productivo, e identificándose las oportunidades de generación de valor como muestra la tabla 2, se favorece a la empresa productora y sus clientes finales (Andersen, 2018).

Tabla 2.  
*Generación de valor en la cadena de suministros. Fuente: Propia autoría.*

| Proceso de la cadena de suministros | Como generar valor en la actividad  |
|-------------------------------------|---|
| Planificación y previsión de ventas | <p>Definir un objetivo en común con un pronóstico unificado que se alinee con metas de fabricación, mediante pronóstico de niveles de ventas a corto, mediano y largo plazo; eliminando excedentes en inventarios, y mejorando los lazos de confianza con los clientes.</p>   |
| Compras y aprovisionamiento         | <p>Alinear la función de compras con la estrategia de la empresa, mediante la asistencia de los líderes de compras en reuniones realizadas por la alta gerencia; permitiendo conocer hacia dónde va la empresa y cuál es la estrategia del producto. Haciendo así, que el proceso de compras sea eficaz y beneficie la rentabilidad de la empresa y maximice el valor agregado al producto a un costo mínimo.</p> |
| Fabricación/producción              | <p>Aumentar la velocidad con la cual llegan al cliente los productos, aplicando técnicas Just-In-Time, recibiendo materias primas y empaques en el suelo de la planta de producción, aplicando envíos "cross-docking", en los cuales se hace envío en tránsito hacia centros de distribución y almacenes de los clientes, minimizando el tiempo de almacenamiento en planta.</p>                                  |
| Almacenamiento                      | <p>Personalizar los productos de los clientes mediante etiquetado y empaquetado diferencial por cliente, haciendo que la entrega se haga más rápida, obteniéndose mayor satisfacción del cliente, y gestionando espacios, equipos, tareas y flujo de materiales en bodega.</p>  |
| Transporte                          | <p>Mantener llenos los inventarios de los clientes en los almacenes de estos, mediante la entrega usando Just-In-Time, teniendo una comunicación constante con el cliente, que permita el flujo de información desde el cliente al mismo tiempo que los productos están llegando a él, lo que requiere cooperación logística entre productor, cliente y empresa transportadora.</p>                               |

Ventas

Tener fuerza de venta especializada y centrada solo en las necesidades del cliente, diseñando planes de ventas reales y ajustados a la demanda real del cliente. Aplicando "ventas consultivas", que no es más que saber exactamente lo que el cliente necesita, le gusta y es valioso para él, además de identificar lo que le gusta al cliente del valor agregado de los productos.

---

### **Digitalización del proceso del ciclo del pedido**

Con todo lo anterior, el avance en la digitalización del servicio al cliente mediante el uso de sistemas de información permite la personalización de los clientes en el ciclo de pedido en comparación con su estandarización, logrando mejoras en la satisfacción del cliente y el aumento en la productividad del equipo de fuerza de ventas, siendo esto una estrategia para la obtención de altos niveles de servicio y satisfacción del cliente (Wirtz & Zeithaml, 2018).

Es evidente que las tecnologías de la comunicación juegan un papel crítico cuando se desea mejorar los modelos tradicionales de venta, optimizando la identificación de estos, creando lealtad en el cliente a largo plazo, potenciando los canales de venta y aumentando el rendimiento de la fuerza de ventas (Ajjan, Harrison, & Hair, 2018); ya que la agilidad en las ventas es el punto central del sistema logístico, estando mediado por tecnología informática que crea valor, permitiendo llegar a los clientes con bienes o servicios demandados en el momento requerido (Kawa & Maryniak, 2018).

Cabe resaltar que los vendedores y clientes interactúan en el ciclo del pedido generando un flujo de información, resultado de la integración de varias operaciones (Kocaoglu & Acar, 2016), las cuales incluyen los procesos de preparación, transmisión, entrada, surtido e informe del estado de cada pedido, para garantizar una correcta distribución de los productos (Yang, Chen, Chen, & Chen, 2017).

### **Operaciones del ciclo de pedido en el sector alimenticio**

En consecuencia, el ciclo del pedido incluye las siguientes cinco operaciones, las cuales garantizan la trazabilidad de cada uno de los pedidos realizados (Ballou, 2004), agregándose valor y mejorando la respuesta a los usuarios mediante el uso de dispositivos de tecnologías móviles:

1. Preparación del pedido: el vendedor llena electrónicamente el formulario del pedido determinando el número de productos requeridos por el cliente y su existencia.
2. Transmisión del pedido: el vendedor envía al servidor web la solicitud del pedido para iniciar el manejo de su entrada a facturación.
3. Entrada del pedido a facturación: requiere la realización de los siguientes pasos:
  - a. Comprobar el pedido, código, nombre, cantidad y descripción del pedido.
  - b. Comprobar disponibilidad de artículos solicitados.
  - c. Verificar si hay ordenes atrasadas o cancelaciones relacionadas con el pedido.
  - d. Comprobar el crédito de los clientes.
  - e. Transcribir el pedido y realizar la facturación.
4. Levantamiento y surtido del pedido: incluye recuperar el producto del centro de venta, embalarlo, programar la entrega, preparar los documentos de envío y terminar con el despacho.
5. Informe del estado del pedido: incluye rastrear, localizar y comunicarse con el cliente para comprobar el estado de su pedido.





**Figura 2:** Ciclo de pedido del cliente. Fuente:(Ballou, 2004)

## ANTECEDENTES

Para comenzar, tener un sistema de información móvil para gestión de pedidos mejora el servicio en el proceso de ventas, reduciendo costos, facilitando la búsqueda y acceso a los productos en el proceso de la venta y aumentando la lealtad de los clientes (Wang, Zhu, Tian, & Li, 2019), lo anterior hace que el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación sea vital en el proceso del canal de distribución del cliente, haciendo llegar los pedidos a los clientes en el menor tiempo y costo posible(Silva, Pereira, Ferreira, & Silva, 2018).

A continuación se hace una descripción de algunos sistemas ruterros

de ventas existentes en el mercado con la finalidad de conocer sus principales funcionalidades.

Tabla 3.

*Aplicaciones móviles para control de la fuerza de ventas. Fuente: Propia autoría.*

| Nombre del Sistema        | Empresa      | Funcionalidades   |
|---------------------------|--------------|---|
| Equipo de ventas en Campo | MovilPyme    | <p>Gestión de vendedores con GPS, registro de clientes visitados, seguimiento desde el levantamiento del pedido hasta la entrega de mercancía al cliente, control de existencia de mercancía para repartir, control de reabastecimiento de mercancía, planificación de la mejor ruta de venta basada en los clientes más rentables, análisis de pedidos conociendo qué productos y cantidades compran los clientes, gestión de cambios y devoluciones para saber con exactitud qué productos y cantidades regresan los clientes y el motivo, gestión de descuentos y promociones, gestión del producto no apto para la venta, agentamiento de visita para programar las visitas de los vendedores en su jornada, gestión de tiempos en ruta permitiendo la gestión de (tiempo de traslado, tiempo frente al cliente y tiempos muertos), gestión de metas de ventas, gestión de control de entregas verificando entregas parciales, totales, registro de evidencias de entregado y no entregado con firma de recibido(MovilPyme, 2019).</p> <p>La aplicación móvil para los vendedores tiene las siguientes funcionalidades:<br/>                 Catálogo de productos: visualización del catálogo los productos mostrando código, descripción, imagen y precio; organizándose por categoría y marca.<br/>                 Promociones: visualización de las promociones que han sido creadas desde el sistema web del administrador en el centro de distribución.<br/>                 Clientes: visualización de la información de los clientes asignados al vendedor y su ubicación, permitiendo la creación y envío de pedidos, filtrado de clientes por zona o ciudad, facturas y ventas realizadas.<br/>                 Rutas: programación de visitas a los clientes semanal, quincenal y mensual, visualización de las rutas que el vendedor tiene por cumplir en el día.<br/>                 Mercadeo: visualización del estado actual y condición del producto en las góndolas, toma de inventario de productos los puntos de venta.<br/>                 Punto de venta móvil: administración de la caja diaria con control del inventario actual, facturación en línea, creación de clientes y cierre de caja diaria.<br/>                 (MobilVendor, 2019a)</p> |
| MobilVendor               | MSTechnology | <p>Comercial: visualización de clientes, historial de actividades vendedores, generación de pedidos, facturación electrónica, cobros, configuración del catálogo de productos, creación de promociones, análisis de venta por categoría y marca.</p> <p>Contable: con gestión de del plan de cuentas, centro de costos, procedimientos contables, registros de pagos de clientes y de proveedores, generación de nómina, consulta de kardex, registrar importaciones, conciliaciones bancarias y estado de resultados.</p> <p>Logística: gestión de la operación logística desde el centro de distribución hacia el cliente con optimización de rutas, crear zonas de ventas, gestión de inventario, compras, proveedores, despachos y devoluciones.</p> <p>Geo-análisis: visualización de las ventas realizadas en las zonas mejorando la toma de decisiones comerciales teniendo en cuenta ventas, clientes, productos y visitas.</p> <p>Igualmente, la el sistema cuenta inteligencia de negocios usando Tableau y análisis de la información usando OLAP para la generación de reportes estadísticos(MobilVendor, 2019b).</p>   |

|             |                    |   |
|-------------|--------------------|---|
| RuttaApps   | Arco Sistema Ltda. | <p>Flexibilidad comercial: listado de precio y descuento por cliente y promociones.</p> <p>Inventarios: productos con los que se sale a hacer la ruta y cantidad de productos disponibles al instante, devoluciones y cambios.</p> <p>Geo-posicionamiento: uso de mapas de Google para ubicar clientes, impresión bluetooth de factura, cartera y recepción de pagos.</p> <p>Reportes: reporte de cantidad de ventas por zonas y vendedores.</p> <p>Rutero: organización de visitas dependiendo del criterio deseado.</p> <p>Integración del sistema con el ERP existente en la empresa evitando aplicaciones isla.</p> <p>Funcionamiento online y offline: trabajo en zonas sin acceso de internet o sin disponibilidad de datos.</p> <p>Liquidación de rutas: liquidación de ventas al finalizar la jornada.</p> <p>Solicitud de cargue: el día anterior los vendedores pueden registrar la mercancía que necesitaran el próximo día para los clientes de la ruta (Arco Sistemas Ltda, 2019).</p> |
| Handy       | Handy              | <p>Handy está compuesto de una aplicación móvil para el equipo de vendedores y un portal web para el seguimiento tiene funcionalidades:</p> <p>Historial y reportes de todas las operaciones.</p> <p>Pedidos en tiempo real, catalogo para administración de productos, calendario de visitas de los vendedores, optimización de las rutas, monitoreo de visitas a los clientes en tiempo real, análisis de visitas en campo con inicio de la jornadas, fin de la jornada y monto de pedidos, resumen diario de número de clientes visitados, número de pedidos y monto de los pedidos (Handy, 2019).</p>   |
| InsituSales | Insitu Sales       | <p>Aplicación móvil en Android y IOS para ventas en campo con funcionalidades de estimativos de ventas y creación de órdenes, facturación y procesos de pago.</p> <p>La aplicación web permite el monitoreo de los integrantes del equipo de ventas usando GPS, asignación de zonas, planificación de rutas de venta, gestión del catálogo de productos, inventarios, precios, así como generación de reportes en tiempo real, funcionamiento en línea y fuera de línea, y pagos con tarjeta de crédito (inSitu Sales, 2019).</p>   |

La Tabla 3 permite ver las funcionalidades de las aplicaciones Equipo de ventas en Campo, MobilVendor, RuttaApps, Handy e InsituSales, estas están caracterizadas por la definición de dos componentes, una aplicación web para la gestión de la fuerza de ventas y una aplicación móvil o web para la gestión del rutero y ventas en campo. Cabe resaltar que usan en su mayoría para el componente web Android o IOS como tecnología para su desarrollo.

A continuación, se realiza la definición de la arquitectura propuesta para el prototipo de gestión de pedido usando microservicios, lo que mejora el rendimiento de la aplicación y el desempeño de los vendedores.

## METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la investigación fue usado el enfoque cualitativo, caracterizado por un análisis de artículos científicos de diversas bases de datos electrónicas, documentación de sistemas de información para la fuerza de ventas, así como visitas a la empresa alimenticia. De esta forma se logra constatar la necesidad del fortalecimiento del proceso del ciclo de pedido, se facilita el proceso de ventas y la atención y satisfacción de los clientes. Para lograr lo anterior se definieron las siguientes cuatro fases metodológicas:

### **Delimitación de la problemática**

En esta fase se realizó un análisis enmarcado en el mejoramiento de la digitalización de procesos de la empresa alimenticia, determinándose conjuntamente el proceso a mejorar mediante el uso de un sistema de información que incremente el nivel de ventas.

### **Búsqueda de artículos científicos y materiales asociados a la problemática.**

Se realizó un proceso ordenado de búsqueda de información en bases de datos electrónicas científicas como Google Scholar, EBSCOHOST, Redalyc, DOAJ, Dialnet y Scielo, haciendo una búsqueda sobre digitalización del ciclo de pedido y fuerza de ventas.

### **Análisis y sistematización de la información.**

Se revisaron las fuentes consultadas verificando su calidad y afinidad con relación a la problemática de investigación, procediéndose a usar Mendeley Desktop para la sistematización y análisis de la información en la construcción de cada uno de las secciones del presente capítulo de investigación.

## **Análisis de negocio, diseño y desarrollo de la propuesta de sistema de información para la mejora del ciclo de pedido**

Basándose en las visitas realizadas y las fuentes analizadas, se hace la definición de requerimientos funcionales, requerimientos no funcionales, arquitectura e historia de usuarios para pasar a realizar el desarrollo del prototipo usando SCRUM como metodología ágil, además de buenas prácticas de la industria del software.

## **RESULTADOS**

A continuación, se presentan los elementos del backend y del frontend de la arquitectura de la propuesta de sistema basado en microservicios, los requerimientos funcionales y algunas de las principales interfaces de usuario del sistema para la gestión del ciclo de pedido.

### **Arquitectura de la propuesta para manejo del ciclo del pedido**

En particular fueron integradas las últimas prácticas en la definición e implementación de la arquitectura que se propone para la solución mediante microservicios, la cual se muestra en la figura 3. Lo anterior garantiza independencia entre los módulos de la solución, aplicando desintegración y el principio de diseño Single Responsibility, permitiendo realizar los módulos con independencia de lenguaje de programación y base de datos, haciendo que cada módulo tenga su propia base de datos, lo cual garantiza alto rendimiento y disponibilidad de cada uno de los módulos.

Para realizar la implementación descrita, se usaron las tecnologías SpringBoot 2 como RESTful based backend y Angular 7 como JavaScript-based frontend, permitiendo el uso de la solución en dispositivos móviles, Zuul ApiGateway para ofrecer la interfaz a varias tecnologías de frontend, Open Feign http para la creación de clientes http, Eureka Register para

el registro de cada microservicio, y Spring data JPA para el acceso a la persistencia, y finalmente las bases de datos se implementaron en MySQL.

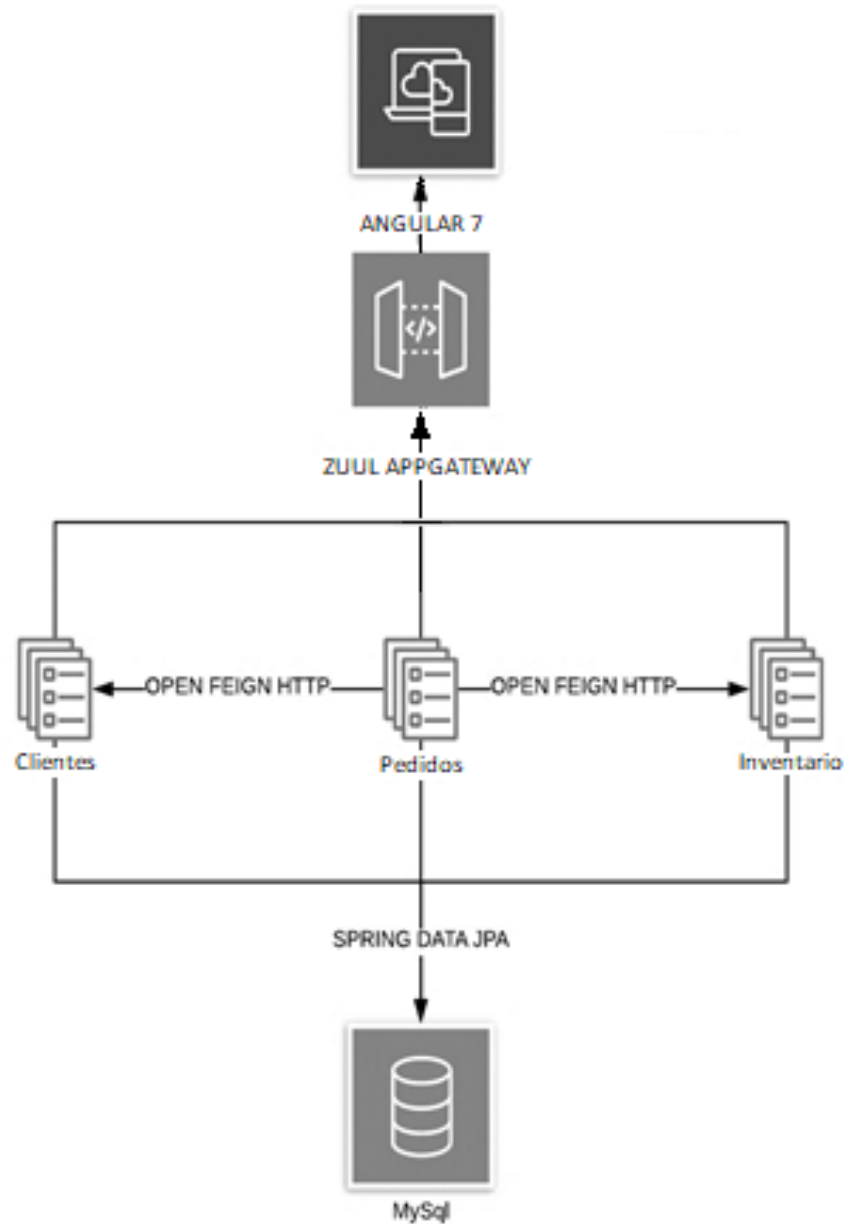


Figura 3: Arquitectura orientada al servicio. Fuente: Propia autoria.

### 6.1 Requerimientos funcionales

A continuación, se hace una descripción en la tabla 4 de los requerimientos funcionales (RF) definidos para el prototipo funcional

implementado en el cumplimiento de la gestión del ciclo de pedido.

Tabla 4.

*Requerimientos funcionales de la arquitectura propuesta. Fuente: Propia autoría.*

| RF | Descripción de los requerimientos funcionales  |
|----|--|
| 1  | El sistema permitirá registrar nuevos clientes.  |
| 2  | El sistema permitirá gestionar las compras por clientes, así como el total de las ventas.  |
| 3  | Cada venta o cada compra por cliente se generará una factura con el precio unitario de cada producto y el total de toda la compra  |
| 4  | El sistema tendrá un servicio de inventario en donde se registrarán los productos con su nombre, cantidad disponible, fecha de vencimiento, precio, fecha de creación y cantidad creada. |
| 5  | El sistema permitirá ver la información de los productos nombre, cantidad disponible, fecha de vencimiento, precio, fecha de creación y cantidad creada                                  |
| 6  | Cada vez que un producto esté próximo a vencer, colocar en rojo la fecha de vencimiento del producto   |
| 7  | El sistema descontará productos de inventario cada vez que se utilice en una factura   |
| 8  | El sistema debe organizar por fecha de vencimiento los productos colocando los más pronto a vencer primero.  |
| 9  | Se debe poder editar un producto en caso de que haya un error al registrarlo   |
| 10 | El sistema permitirá ver los clientes registrados y los pedidos que ha realizado.  |
| 11 | El sistema permitirá borrar clientes y también editarlos.  |
| 12 | El sistema de inventario tendrá un buscador para agilizar la búsqueda de cierto producto.  |
| 13 | Cada vez que un producto esté próximo a vencer, se notificará al jefe encargado.   |
| 14 | El sistema descontará productos de inventario cada vez que se utilice en una factura.  |

### **Principales funcionalidades de la solución para el ciclo del pedido**

La siguiente sección describe las principales funcionalidades del ciclo del pedido mediante la interfaz de la aplicación, donde el usuario de la aplicación podrá acceder a esta desde diferentes recursos como dispositivos móviles, computadoras portátiles o computadoras de escritorio para la gestión de clientes, pedidos e inventario de productos.

## Listado de productos

La figura 4 muestra cómo el vendedor puede verificar los productos disponibles, su nombre, el precio, el tipo de producto, las fechas de creación y vencimiento y por último la cantidad disponible.

| nombre                  | precio | Tipo Producto | Fecha Creación | Fecha Vencimiento | Cantidad Disponible | Última Cantidad Creada | Acción |
|-------------------------|--------|---------------|----------------|-------------------|---------------------|------------------------|--------|
| Granola Vitalicio 1000g | 10000  | Granolas      | 2019-10-15     | 2019-10-16        | 2                   | 22                     | Borrar |
| Granola Vitalicio 1000g | 1000   | Granolas      | 2019-10-15     | 2019-10-16        | 100                 | 100                    | Borrar |
| Granola Vitalicio 1000g | 1000   | Granolas      | 2019-10-15     | 2019-10-31        | 100                 | 100                    | Borrar |
| Granola Vitalicio 1000g | 1000   | Granolas      | 2019-10-15     | 2019-11-01        | 100                 | 100                    | Borrar |
| Granola Vitalicio 1000g | 1000   | Granolas      | 2019-10-15     | 2019-12-01        | 100                 | 100                    | Borrar |
| Granola Vitalicio 1000g | 1000   | Granolas      | 2019-10-15     | 2020-01-03        | 100                 | 100                    | Borrar |
| Granola Vitalicio 100g  | 1000   | Granolas      | 2019-10-15     | 2020-01-03        | 100                 | 100                    | Borrar |
| Hojuelas de Maíz        | 1000   | Granolas      | 2019-10-15     | 2020-01-03        | 100                 | 100                    | Borrar |

Figura 4: Listado de productos. Fuente: Propia autoria.

## Gestión de clientes

Mediante la figura 5 se puede ver cómo se crean los clientes para gestionar los pedidos realizados por estos.



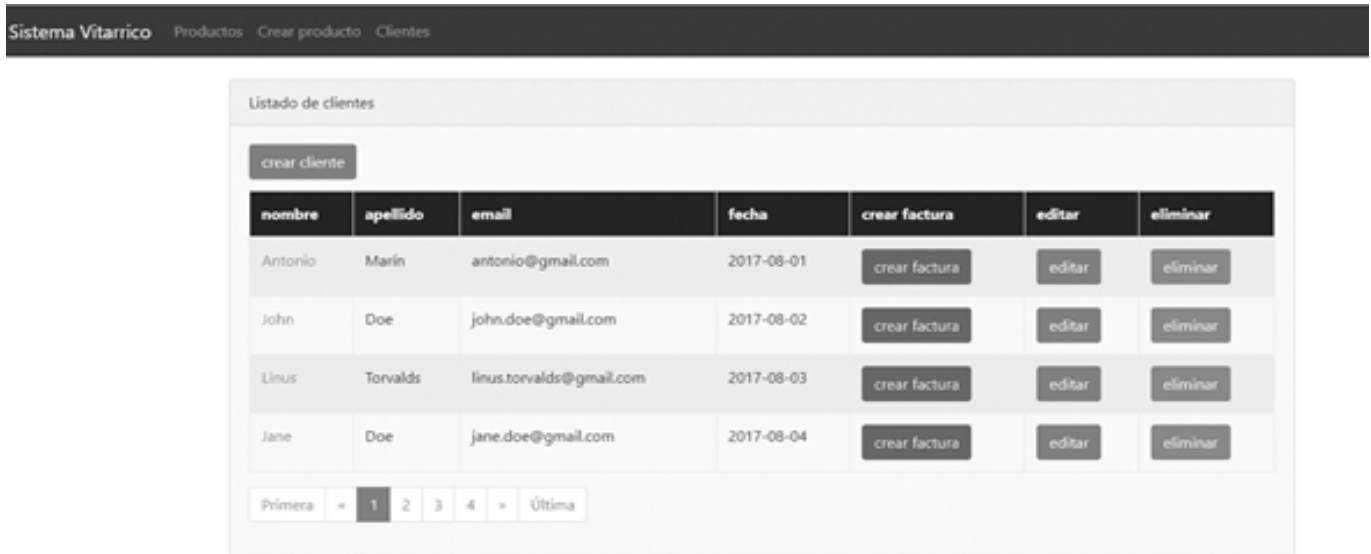


Figura 5: Gestion de clientes. Fuente: Propia autoria.

## Gestión de pedidos

La figura 6 muestra cómo se crean los pedidos de los clientes permitiendo llevar trazabilidad de los pedidos realizados por estos.

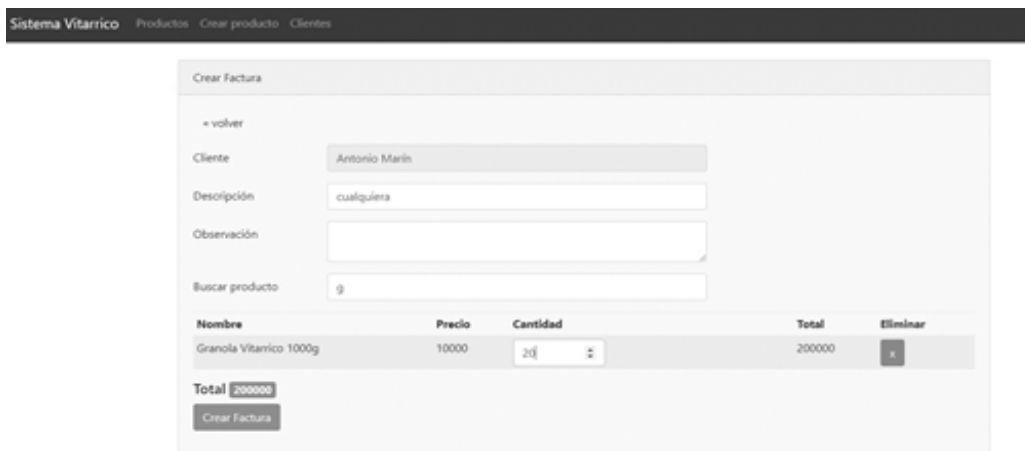


Figura 6: Gestion de pedidos. Fuente: Propia autoria.

## Detalle del pedido

La figura 7 muestra cómo es el detalle de la toma de pedido del cliente.

| Datos del cliente       |         |          |                            |
|-------------------------|---------|----------|----------------------------|
| antonio Doe             |         |          |                            |
| john.doe@gmail.com      |         |          |                            |
| Datos de la factura     |         |          |                            |
| Folio: 3                |         |          |                            |
| Descripción: ninguna    |         |          |                            |
| Fecha: 2019-06-06       |         |          |                            |
| Producto                | Precio  | Cantidad | Total                      |
| Zumo de Uva 1 LT        | 7000.0  | 4        | 28000.0                    |
| Hojuelas de Maíz 250 gr | 10000.0 | 1        | 10000.0                    |
| Granola Vitamico 500 gr | 13000.0 | 6        | 78000.0                    |
| Observaciones           |         |          | <b>Gran Total 116000.0</b> |

Figura 7: Detalle toma de pedido. Fuente: Propia autoria.

Así, mediante las anteriores interfaces de usuario se puede visualizar la forma como la fuerza de ventas puede gestionar el ciclo de pedido mediante las operaciones con clientes, pedidos y productos. En consecuencia, se mejora la atención al cliente, la gestión de ventas y la toma de decisiones en la empresa.

## CONCLUSIONES

Se ha presentado en este capítulo un acercamiento a la gestión del ciclo del pedido usando tecnologías modernas que permitan a los vendedores, sin depender del tipo de dispositivo utilizado, realizar los pedidos de forma fácil y con un alto rendimiento que garantiza la disponibilidad de cada uno de los servicios, clientes, productos y pedidos de forma independiente.

Se hace necesaria la investigación en las empresas para la mejora constante de la atención a los clientes mediante herramientas que garanticen altos niveles de satisfacción y control del proceso de venta en forma inmediata, agregando así valor a las operaciones de ventas.

Si bien es necesario abordar el ciclo de vida del pedido, se hace importante integrar este proceso con el proceso de gestión de almacén de producto terminado en línea, y el proceso de picking, mejorando si, la trazabilidad de los procesos de procesos de preparación, transmisión, entrada, surtido e informe del estado de cada pedido, para garantizar una correcta integración de los procesos relacionados con el ciclo de pedido.

Como se dijo inicialmente este trabajo se realizó como un acercamiento al uso de tecnologías para la gestión de pedidos. En consecuencia, se planteó un diseño funcional para su uso en una empresa comercializadora de productos alimenticios, no obstante, se proyecta para el desarrollo posterior de la investigación la aplicación de pruebas de campo que permitan efectuar mediciones sobre el desempeño del software con datos reales. Otro aspecto importante sería poder evaluar la implementación de las aplicaciones utilizadas en comparación con las aplicaciones de pago y así determinar la conveniencia de una reducción de costos en la implementación respecto a los beneficios adicionales, como son el

mantenimiento de la plataforma y la garantía de funcionamiento que puede brindar el software de pago.

## REFERENCIAS

- ADempiere. (2019). ADempiere ERP Business Suite. Retrieved from ADempiere ERP Business Suite website: <http://adempiere.org/site/>
- Ajjan, H., Harrison, D. E., & Hair, J. F. (2018). Exploring the Role of Technology in Promoting CRM Capabilities in Direct Selling Marketing Channels : An Abstract. *Developments in Marketing Science: Proceedings of the Academy of Marketing Science*, 99181. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-99181-8>
- Andersen. (2018). Como generar valor en la cadena de suministro: las mejores practicas.
- Apache. (2019). Apache OFBiz. Retrieved June 15, 2019, from Apache OFBiz website: <https://ofbiz.apache.org/>
- Arboleda Mazo, W. H., & Orozco Carvajal, L. J. (2018). Big Data, Herramienta para el Desarrollo Empresarial. *UNACIENCIA Revista de Estudios e Investigaciones*, 19, 85–93.
- Arco Sistemas Ltda. (2019). Rutta Apps Aumente y controle sus ventas TaT. Retrieved March 15, 2019, from <http://www.ruttas.com/>
- Ballou, R. H. (2004). *Business logistics management : planning, organizing, and controlling the supply chain* (Fifth edit). Upper Saddle River, N.J: Prentice-Hall.
- Dolibarr. (2019). Dolibarr ERP/CRM. Retrieved June 15, 2019, from <https://www.dolibarr.es/>
- Entrepreneur. (2019). Cadena de suministro, qué es y cómo funciona. Retrieved May 19, 2019, from <https://www.entrepreneur.com/article/316908>
- ERPNext. (2019). ERPNext ERP/CRM. Retrieved June 19, 2019, from <https://erpnext.com/>

- Han, J., Ding, H., Qian, C., Xi, W., Wang, Z., Jiang, Z., ... Zhao, J. (2016). CBID: A Customer Behavior Identification System Using Passive Tags. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 24(5), 2885–2898. <https://doi.org/10.1109/TNET.2015.2501103>
- Handy. (2019). Handy Aumenta y acelera las ventas con Handy. Retrieved from <https://www.handy.la/>
- inSitu Sales. (2019). inSitu Sales Optimizando las ventas B2B en sitio y en línea. Retrieved March 12, 2019, from <https://www.insitusaes.com/newfront-2-copy/>
- Kawa, A., & Maryniak, A. (2018). Lean and Agile Supply Chains of e-commerce in terms of customer value creation. In *Modern Approaches for Intelligent Information and Database Systems*. Springer- Cham, 769(February), 213–222. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-76081-0>
- Kocaoglu, B., & Acar, A. Z. (2016). Process development in customer order information systems to gain competitive advantage: a SME case study. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 23(2), 209. <https://doi.org/10.1504/ijlsm.2016.073968>
- MobilVendor. (2019a). MobilVendor Plataforma móvil. Retrieved March 25, 2019, from <https://www.mobilvendor.com/aplicacion-movil/>
- MobilVendor. (2019b). MobilVendor Plataforma web. Retrieved March 20, 2019, from <https://www.mobilvendor.com/plataforma-web/>
- MovilPyme. (2019). MovilPyme Equipo de ventas en campo. Retrieved May 15, 2019, from <https://www.movilpyme.com/>
- Odoo. (2019). Odoo ERP/CRM. Retrieved July 7, 2019, from Odoo ERP/CRM website: [https://www.odoo.com/es\\_ES/](https://www.odoo.com/es_ES/)
- Roy, S., Raju, A., & Mandal, S. (2017). An empirical investigation on e-retailer agility, customer satisfaction, commitment and loyalty. *Business: Theory and Practice*, 18(1), 97–108. <https://doi.org/10.3846/btp.2017.011>
- Salam, M. A., & Khan, S. A. (2016). Simulation based decision support system for optimization. *Industrial Management & Data Systems*, 116(2), 236–254. <https://doi.org/10.1108/imds-05-2015-0192>

- Silva, T., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2018). Improving the Multi-Brand Channel Distribution of a Fashion Retailer. *Procedia Manufacturing*, 17, 655–662. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.114>
- Wang, Z., Zhu, C., Tian, S., & Li, P. (2019). Differentiation and pricing power of online retailers. *Frontiers of Business Research in China*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s11782-019-0051-4>
- Wirtz, J., & Zeithaml, V. (2018). Cost-effective service excellence. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 59–80. <https://doi.org/10.1007/s11747-017-0560-7>
- Yang, H., Chen, J., Chen, X., & Chen, B. (2017). The impact of customer returns in a supply chain with a common retailer. *European Journal of Operational Research*, 256(1), 139–150. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.06.011>

# PROPUESTA PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA INVESTIGACION EN PROGRAMAS DE PREGADO: UNA EXPERIENCIA DESDE LA FACULTAD DE INGENIERIA\*

**Raquel Anaya Hernández<sup>1</sup>, Walter Hugo Arboleda Mazo<sup>2</sup>,  
Jhon Fredy Niño Manrique<sup>3</sup>, Ana Cristina Zúñiga Zapata<sup>4</sup>**

## Resumen

El compromiso de la universidad como institución social es formar profesionales integrales para atender los problemas de la sociedad. Se presenta una propuesta para el fortalecimiento de la investigación en la Corporación Universitaria Adventista - UNAC trabajada a nivel institucional desde la Dirección de Investigación y a nivel del programa de ingeniería de sistemas desde la Facultad de Ingeniería. Se aplicó el ciclo clásico

\*Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado "Investigación e Innovación en la Enseñanza de la Ingeniería" desarrollado en el Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A categorizado B por el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia perteneciente a la UNAC.

1 Doctora en Informática, Ingeniera de Sistemas. Investigadora, Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: raquel.anaya.hdez@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9187-7427>

2 Magíster en Ingeniería, Especialista en Teleinformática, Ingeniero de Sistemas. Investigador, Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: warboleda@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4937-5359>

3 Magíster en Ingeniería, Especialista en Desarrollo de Software, Ingeniero de Sistemas. Investigador, Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: jfnino@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3909-844X>

4 Doctora en Bioeconomía, Magister en Gestión de Ciencia Tecnología e Innovación, Especialista en logística integral, Ingeniera Industrial, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: investigacion@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6503-412X>

de mejora de Planear-Hacer-Verificar-Actuar, dentro de la dinámica de mejora continua del programa. Se tienen los siguientes resultados: a) La propuesta de fortalecimiento de la investigación dentro del programa de Ingeniería se estructura alrededor de 4 ciclos de formación en los que progresivamente se van desarrollando las competencias de capacidad investigativa y creatividad e innovación, la cual se soporta en diferentes ambientes de aprendizaje; b) El Programa de Formación y Proyección de Semilleros que se estructura en 4 niveles cuyas actividades fortalecen las habilidades de investigación de los estudiantes; c) El mapa de competencias de investigación, creatividad e innovación y sus diferentes niveles de dominio junto con las estrategias pedagógicas que contribuyen a su desarrollo; d) Experiencias de aplicación de la propuesta a través de proyectos de semilleros de investigación, como una experiencia piloto. El desarrollo de la capacidad investigativa debe ser abordado de manera iterativa e incremental; en programas de ingeniería se hace evidente la necesidad de integrar la creatividad e innovación, favoreciendo de manera equilibrada el desarrollo del pensamiento disruptivo y convergente. Entre los retos abiertos se identifica evolucionar hacia una evaluación de competencias de investigación basada en rúbricas. Se plantea la siguiente pregunta de investigación como base del presente trabajo: Como se pueden formar estudiantes como investigadores por medio de un programa que facilite el pensamiento crítico, científico y técnico de profesionales competentes y éticamente responsables.

**Palabras clave:** Investigación Formativa, Semilleros de Investigación, Investigación Lúdica, Innovación y Creatividad

## Abstract

The university's commitment as a social institution is to training comprehensive professionals to address problems in society. This



chapter presents a proposal for strengthening research in the Systems Engineering Program at the Colombia Adventist University - UNAC, aligned at an institutional level with the Direction of Research, and the Faculty of Engineering. In Particular, the proposal applied the classic Plan-Do-Check-Act improvement cycle within the dynamics of continuous improvement of the research in the program. As a result, the following results were obtained: a) The proposal to strengthen research in the Systems Engineering program was structured with four training cycles in which the competencies of research capacity, creativity, and innovation are developed progressively, and supported by different learning environments; b) The Formation Program of Projection of Seedbeds structured in 4 levels whose activities strengthen the research skills of the students; c) The map of research, creativity and innovation competences and their different levels of mastery together with the pedagogical strategies that contribute to their development; d) Experiences of application of the proposal through research seedbed projects, as a pilot experience. To sum up, the development of investigative capacity in engineering programs; must be approached in an iteratively and incrementally manner, and is evident the need to integrate creativity and innovation to enhance the development of disruptive and convergent thinking in a balanced way. In addition, the open challenge is to evolve towards an assessment of research competencies based on rubrics.

**Key words:** Formative Research, Research Seedbeds, Playful Research, Innovation and Creativity

## INTRODUCCIÓN

La docencia, la investigación y la extensión representan acciones sustantivas de la universidad como institución social; una articulación adecuada de estas funciones contribuirá a la formación de profesionales integrales, con pensamiento crítico y capacidad de aprendizaje que son agentes de cambio para atender las necesidades de la sociedad.

En la formación universitaria, la investigación puede analizarse desde dos perspectivas: la "formación investigativa" como un tema curricular donde los contenidos de algunas asignaturas están orientados a que los estudiantes comprendan y manejen procesos metodológicos fundamentales de la investigación científica en sus distintas expresiones y modalidades y la "investigación formativa" entendida como un proceso de construcción del conocimiento centrado en la actividad de búsqueda y elaboración por parte del estudiante con el acompañamiento del profesor, como una estrategia pedagógica para el entrenamiento de profesionales. Estos dos aspectos se complementan para formar un profesional conocedor de lo que significa la investigación- "aprender a investigar"- y que a la vez desarrolla pensamiento crítico y capacidades y habilidades de investigación para abordar las diferentes áreas de conocimiento - "aprender investigando" (von Ackren, 2007; González, 2006; Valencia, Macias, & Valencia, 2015).

Es generalmente reconocido que una adecuada formación integral del educando debe estar fundamentada en un modelo de formación basado en competencias; este enfoque se caracteriza por propiciar espacios de aprendizaje significativos en el cual se integra el saber ser (automotivación, iniciativa y trabajo colaborativo con otros) con el saber conocer (conceptualizar, interpretar y argumentar) y el saber hacer (aplicar procedimientos y estrategias), teniendo en cuenta las condiciones del entorno y las necesidades individuales, buscando una actuación en el educando con espíritu de reto, idoneidad y compromiso ético (Tobón, 2010). A pesar de las bondades evidentes que se le reconocen a este enfoque, aún existen retos abiertos para su adecuada implementación como la tendencia de un aprendizaje basado en la transmisión y el tradicional y rígido esquema de evaluación cuantitativo (Hernández-Mosqueda, Tobón, & Guerrero-Rosas, 2016; Fernández, 2010).

## ANTECEDENTES

Los semilleros de investigación se vienen consolidando como una de las estrategias extracurriculares para la formación de investigadores desde el pregrado; están orientados a fortalecer las habilidades investigativas de docentes y estudiantes, promover la interdisciplinariedad y orientar la proyección profesional de los estudiantes (Saavedra-Cantor et.al, 2015); a través de los semilleros de investigación se favorece el desarrollo progresivo de competencia de investigación desde los primeros semestres (Tovar, Benítez, & Ortiz, 2008). Están concebidos como un espacio que brindan al estudiante la oportunidad de adquirir conocimiento de forma científica y aplicada al contexto en que se desenvuelven, representan una estrategia académica que permite abordar el conocimiento dejando a un lado la escuela tradicional y dando paso a la enseñanza activa y constructiva (Villalba Cuéllar & González Serrano, 2017).

El desarrollo de competencias de investigación, creatividad e innovación son reconocidos como competencias esenciales de los estudiantes de ingeniería. La Propuesta CDIO concebida por el MIT para programas de ingeniería, busca formar ingenieros modernos, capaces de participar en la concepción, diseño, implementación y operación de sistemas, productos, procesos y proyectos en los que desarrollan su actividad, para lo cual se requiere que sean técnicamente expertos, socialmente responsables e inclinados a innovar. El proyecto Tuning en América Latina, identificó un conjunto de 27 competencias genéricas para programas de ingeniería a partir de una consulta a 62 universidades en 18 países; dentro de dichas competencias se encuentran la capacidad de investigación y competencias que están estrechamente relacionadas con ésta como la capacidad creativa, la capacidad de crítica y autocrítica y la capacidad de trabajo en equipo (Palma, Ríos, & Miñán, 2011).

La creatividad e innovación, son reconocidas como competencias transversales de un profesional necesarias para atender las demandas cada vez más exigentes de la sociedad de la información (Arteaga, Alvarado Pérez, & Luna, 2015); la creatividad hace referencia a habilidad de generación de ideas y la innovación hace referencia a implementación de dichas ideas. Mientras que la creatividad requiere de un pensamiento divergente que posibilita la generación de múltiples posibilidades, la innovación requiere de un pensamiento convergente para descartar las ideas irrelevantes e innecesarias mediante procesos analíticos (Arteaga et al., 2015).

La creatividad e innovación aplicada en la formación de ingenieros cobra una significancia mayor, tal como lo resalta Cropley (2016): mientras que la creatividad e innovación se ocupa de la generación de soluciones efectivas y novedosas para los problemas, la ingeniería se preocupa más específicamente por la generación de soluciones tecnológicas a los problemas. Los ingenieros por lo tanto deben establecer un balance tanto en el análisis (pensamiento convergente) como en la síntesis (pensamiento divergente) en la creación de soluciones tecnológicas. Concentrarse en uno a expensas del otro pone en riesgo la integridad de las soluciones (productos) en sí mismas, por lo tanto, la ingeniería, debe concebirse fundamentalmente como un proceso de resolución creativa de problemas.

Se encuentran evidencias de la aplicación de modelos que promueven la creatividad e innovación para la formación de ingenieros tales como el modelo PIPE (Sun, 2012), el modelo de innovación por fases (Cropely, 2016), el enfoque de diseño de pensamiento (Wrigley & Straker, 2017) y el acercamiento al objeto de conocimiento de manera lúdica (Philpott, 2013), que ha sido llamado investigación lúdica (Ramírez, 2010).

La mejora permanente de los procesos educativos en los que está comprometida una institución de educación superior debe necesariamente

articular, de una parte, un esfuerzo institucional que proponga programas y estrategias para ser aplicados en los diferentes programas y, de otra parte, propuestas de renovación curricular que surgen desde los programas académicos mismos a través de los procesos de mejora continua, considerando las características propias de la disciplina y las realidades particulares del contexto.

El objetivo del presente artículo es presentar una propuesta para el fortalecimiento de la investigación en la Corporación Universitaria Adventista – UNAC, desde dos frentes de trabajo: desde la visión institucional liderada por la Dirección de Investigación y desde el trabajo de renovación curricular del programa de Ingeniería de Sistemas, liderado por la Facultad de Ingeniería.

## METODOLOGÍA

La metodología usada para esta investigación es de tipo innovación pedagógica donde se sigue para su aplicación, el ciclo clásico de mejora continúa propuesto por Edward Deming y luego se propone una metodología de aplicación para la facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Adventista en el programa de ingeniería de sistemas. El ciclo mencionado se usa alrededor de 1950 y que hoy en día se aplica con éxito en el campo del cuidado de salud (Taylor et al., 2014), la agroindustria (Dudin, Frolova, Gryzunova, & Shuvalova, 2014) y la mejora de la educación (Borys, M., Milosz, M., & Plechawska-Wojcik, 2012). Se siguieron las fases de Planear, Hacer, Verificar y Actuar, dentro del marco del proceso de autoevaluación para la renovación del registro calificado ante el Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

En la fase de Planeación, se conformó el equipo de autoevaluación y se establecieron los objetivos de la mejora, se aplicaron y analizaron

las encuestas de percepción a los diferentes estamentos (estudiantes, docentes y directivos), se estudiaron los referentes institucionales que orientan el programa y se identificaron las acciones de mejora.

En la fase de Hacer se definió la propuesta pedagógica de formación del programa por ciclos de formación y la manera como la capacidad de investigación se va fortaleciendo a lo largo de dichos ciclos; en esta fase también empezaron a aplicarse en proyectos de semilleros algunos de los elementos de la propuesta curricular.

En la fase de Verificación y Actuación se realizó la socialización y refinamiento de la propuesta con los diferentes estamentos y actualmente se está realizando el refinamiento progresivo de la propuesta a medida que se obtienen los resultados de las experiencias piloto.

El desarrollo metodológico gira en torno a la propuesta curricular para integrar la investigación, la creatividad y la innovación alrededor de una propuesta pedagógica.

## RESULTADOS

Luego de haber aplicado la metodología enunciada en el apartado anterior se desarrollaron una serie de elementos importantes que se describen desde la metodología propuesta en la figura 1:



Figura 1. La Investigación dentro del Programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAC. Elaboración propia.

En cada ciclo se define una estrategia de investigación central y diferenciadora, aunque no rígida, la cual permitirá orientar y regular el trabajo de los semilleros y de los proyectos integradores: a) En el primer ciclo se habla de investigación lúdica, en la que los estudiantes no cuentan aún con habilidades formales de investigación pero potencian su entusiasmo y ganas de aprender a través del uso de herramientas tecnológicas que le ayudan a solucionar un problema o atender una oportunidad con un alcance limitado. B) En el segundo ciclo se habla de proyección social e investigación aplicada, en el cual los estudiantes pueden aplicar los principios de estadística descriptiva y metodología de la investigación para identificar y caracterizar un problema u oportunidad y proponer / adaptar o potenciar soluciones que atiendan una problemática social del entorno local. C) En el tercer ciclo, se fortalece el aspecto de creatividad e innovación para buscar que las soluciones o servicios tecnológicos



o productos de conocimiento a desarrollar contribuyan a solucionar un problema del entorno próximo. D) En el cuarto ciclo, a través del proyecto de grado, las soluciones o servicios tecnológicos o productos de conocimiento evolucionan para satisfacer una necesidad que trasciende el entorno próximo.

Todas las actividades de fortalecimiento de la investigación a lo largo de los ciclos deben estar enmarcadas dentro de los objetivos y líneas de investigación definidos por el Grupo de investigación en Ingeniería Aplicada (GI2A) que pertenece a la Facultad de Ingeniería. A su vez, la propuesta pedagógica está fundamentada en los principios y valores institucionales declarados en el Proyecto Educativo Institucional y los valores del programa declarados en el Proyecto Educativo del Programa.

A partir de la metodología anterior se propone un programa está estructurado en 4 niveles, tal como se observa en la tabla 1; en cada uno de los niveles se definen actividades de aprendizaje en las que el estudiante va adquiriendo las competencias como investigador en formación. Al finalizar los 4 niveles, el estudiante estará preparado para continuar su proceso de formación como joven investigador de Menciencias (nivel V) y como estudiante de maestría o doctorado que participa de manera activa en las investigaciones del grupo de investigación de la facultad respectiva (nivel VI). Se puede observar que las actividades de aprendizaje se redactan a manera de preguntas para promover la motivación y vinculación de los estudiantes al programa.



Tabla 1.

*Estructura del plan de formación y proyección de semilleros de la UNAC*

| <b>Nivel</b> | <b>Actividades de aprendizaje</b>  |
|--------------|--|
| I            | a. Motivación: <i>¿Por qué investigamos? ¿Qué es un semillero?</i><br>b. Registro en el sistema de investigación: <i>¿Cómo crear mi hoja de vida de investigador?</i><br>c. Club de Revista I: <i>¿Cuál es la estructura de un artículo de investigación?</i><br>d. Manejo de BD y gestores de referencias bibliográficas: <i>¿Cómo buscar lo que otros han dicho acerca de un tema determinado? ¿Cuáles son las herramientas tecnológicas de apoyo?</i>   |
| II           | a. Talleres de creatividad e innovación: <i>¿Cómo definir ideas creativas? ¿Cómo dar una solución innovadora a un problema?</i><br>b. Formulación de anteproyectos: <i>¿Cómo definir un anteproyecto de investigación?</i><br>c. Club de Revista II: <i>¿Cómo escribir y presentar un artículo de investigación?</i><br>d. Introducción a las publicaciones científicas y seriadas: <i>¿En cuales revistas se puede publicar? ¿Cómo reconocer el nivel de la revista?</i>  |
| III          | a. Formulación de proyectos: <i>¿Cómo se escribe un proyecto de investigación?</i><br>b. Participación en convocatorias de investigación como ponente. <i>¿Cómo presentar un proyecto de investigación?</i><br>c. Club de Revista III: <i>¿Cómo analizar y presentar un artículo de investigación?</i><br>d. Participación estudiantil en investigaciones en curso: <i>¿Cómo vincularme al grupo de investigación de mi programa?</i><br>e. Publicaciones científicas: <i>¿Cuáles son las publicaciones científicas que existen? ¿Cuáles son las condiciones para publicar en ellas?</i> |
| IV           | a. Participación en convocatorias. <i>¿De qué manera puedo presentar proyectos a convocatorias internas o externas?</i><br>b. Sustentación de proyectos para la solución de problemas específicos. <i>¿Cómo hacer la sustentación en público del proyecto realizado?</i><br>c. Producción científica: <i>¿Cómo publicar mis resultados de investigación?</i><br>d. Club de revista IV: <i>¿Cómo escribir mi propio artículo y presentarlo?</i><br>e. Monitorias: <i>¿Cómo convertirme en multiplicador para que otros compañeros se formen como investigadores?</i>                      |

Fuente: Elaboración propia con base en sistema de investigación UNAC.

A continuación, se explican algunos aspectos del programa propuesto:

### **El programa de formación y proyección de semilleros de investigación (PSI)**

Para la UNAC los semilleros de investigación son espacios extracurriculares de aprendizaje que están a disposición de estudiantes y docentes, de una o de diferentes áreas, que brindan conocimiento enmarcado en el espíritu de servicio altruista a Dios y a sus semejantes, dentro del marco de la cosmovisión bíblico cristiana que sustenta la Iglesia Adventista del Séptimo Día. Este programa busca fortalecer la dinámica de investigación acorde a la misión y visión institucional que garantiza la formación de investigadores con razonamiento crítico y propio, con habilidades de investigación que permiten la formulación y ejecución de proyectos de investigación de calidad y acordes necesidades propias de cada la respectiva área del conocimiento y sensibles al entorno que los rodea (Orozco Carvajal & Arboleda Mazo, 2019).

### **La capacidad de investigación como competencia transversal**

La concepción de la investigación dentro del programa gira alrededor de los ciclos de formación definidos en la propuesta curricular, tal como puede observarse en la figura 1. Se ha establecido la competencia transversal de capacidad de investigación, la cual define indicadores de avance progresivo en el desarrollo de dicha competencia, en los diferentes ciclos.

El fortalecimiento de esta competencia se realiza desde los siguientes ambientes de aprendizaje: a) Desde los espacios curriculares establecidos a nivel institucional a través de las asignaturas de Epistemología, Estadística y Metodología de la Investigación y culmina con la realización del proyecto de grado en donde se fortalece la formación investigativa, y que se denominará la Línea de Investigación Formativa (LIF); b) Desde las

actividades promovidas por la Dirección de Investigación de la Facultad de Ingeniería y la Dirección de Investigación Institucional (DI-UNAC) a través del Programa de Formación y Proyección de Semilleros, en el que se incentiva la participación de estudiantes y docentes y se fortalece aspectos como el pensamiento crítico y las habilidades para escribir; c) desde los espacios liderados por la facultad de ingeniería, con el apoyo de la DI-UNAC en la que se promueve la innovación y la creatividad en un ambiente de trabajo interdisciplinario y la divulgación de resultados de investigación a través de los talleres de innovación y creatividad y la semana de la ingeniería, respectivamente; d) desde los proyectos integradores al finalizar cada ciclo de formación, en los que se busca el desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras para atender un problema identificado, aplicando prácticas de creatividad e innovación.

### Mapa de competencias y estrategias pedagógicas

En esta sección se describe la manera progresiva como las competencias de investigación, creatividad e innovación se van fortaleciendo en los diferentes ciclos de formación, así como las estrategias pedagógicas que apoyan el desarrollo de dichas competencias, tal como se observa en la tabla 2.

Tabla 2.

*Competencias centrales a desarrollar, con respecto a la investigación, en los ciclos de formación del programa.*

| <b>Competencia Central: Capacidad de Investigación</b> |   |
|--|---|
| <b>Ciclo</b>   | <b>Competencias y Estrategias Pedagógicas (EP)</b>  |
| 1  | Identifica situaciones problema que pueden ser abordadas desde su área de conocimiento. EP: Aprendizaje Basado en Problemas, Investigación lúdica   |
| 2  | 2.1 Estructura una propuesta de investigación aplicando principios y prácticas de investigación; 2.2 Utiliza herramientas informáticas para la búsqueda, referenciación y consolidación de referentes asociados a la investigación. EP: Proyectos de semilleros; Actividades del Programa de Formación y Proyección de Semilleros de Investigación (PFPSI) y actividades de la Línea de Formación Investigativa (LFI) |

- 3 Realiza la experimentación y análisis de datos. EP: Aprendizaje por descubrimiento a través del club de revista. Actividades LFI.
- 4 4.1 Interpretar resultados y saca conclusiones; 4.2 escribe artículos para presentar los resultados de la investigación. EP: Desarrollo pensamiento crítico a través del club de revista y de estrategias en diversas materias. Escritura de ensayos y reportes técnicos en diversas materias. Actividades de LFI

---

**Competencia Central: Creatividad e Innovación**

---

- 1 Genera nuevas ideas para problemas que se le plantean externamente. EP: Talleres de creatividad e innovación de PFPSI; Prácticas de creatividad integradas a los cursos de proyecto integrador.
  - 2 Genera, contrasta y complementa ideas de forma colaborativa y sabe transmitir las adecuadamente al equipo. EP: Fases iniciales de los modelos de creatividad integrados a los cursos de proyecto integrador y a los proyectos de semilleros de investigación.
  - 3 Propone y justifica una solución innovadora para atender una situación del entorno próximo. EP: Fases intermedias de los modelos de creatividad integrados a los cursos de proyecto integrador y a los proyectos de semilleros de investigación.
  - 4 Diseña y valida la innovación para solucionar situaciones que trascienden su entorno próximo. EP: Fases avanzadas de los modelos de creatividad integrados dentro del proyecto de grado, materias de línea de énfasis y semilleros de investigación.
- 

La formación en investigación es un proceso complejo en el cual se involucran otras competencias declaradas transversales dentro del programa como capacidad de trabajo en equipo (CTE), capacidad de comunicación oral y escrita (CCOE), compromiso ético (CE) y capacidad de abstracción análisis y síntesis (CAAS), las cuales han sido también desglosadas por niveles de formación, pero que no se incluyen por limitaciones de espacio. Algunas de las manifestaciones particulares de estas competencias que son valiosas en la formación de investigadores son: Es comprometido con los objetivos del equipo y realiza retroalimentación constructiva, correspondientes a CTE; Valora la crítica de pares como oportunidad de mejora e identifica y usa símbolos para comunicarse, correspondientes a CCOE; reconoce las limitaciones propias y considera los juicios de los demás, incorpora los conceptos éticos y deontológicos de la profesión, correspondientes a CE.

Basado en las anteriores definiciones y metodologías se describe la forma como se ha trabajado con esta metodología y algunas experiencias de aplicación:

En esta sección se presenta una síntesis de los algunos de los proyectos de semilleros en los cuales se hace evidente la integración de las dimensiones de docencia e investigación formativa para proponer soluciones desde las TIC a problemas de la sociedad. Todos los proyectos surgen de una identificación del problema en un dominio de aplicación específico, articulan un elemento innovador desde las TIC, son apoyados a través de algunas de las asignaturas del programa y han sido presentados en el encuentro institucional de semilleros de investigación (EISI) y en el encuentro regional de semilleros de investigación (ERSI). Dos de estos proyectos han sido seleccionados para ser presentados en el encuentro nacional de semilleros de investigación (ENSI); dichos encuentros son regulados y promovidos por REDCOLSI como muestra la tabla 3.

Tabla 3. Experiencias de proyectos de semilleros en el programa.

| <b>Proyecto: Uso de lego mindstorm ev3 para enseñanza de tiro parabólico</b>                         |   |
|--|---|
| <b>Ciclo Formación: 1 Dominio de Aplicación: Educación</b>   |   |
| Problema Identificado  | Existe la necesidad de que los colegios evolucionen la enseñanza de la física   |
| Componente Innovador   | Enseñanza de la física en estudiantes de bachillerato en forma lúdica utilizando tecnología.                                      |
| Asignatura Apoyo   | Fundamentos de programación   |
| Visibilidad del proyecto   | Presentado en el EISI y ERSI. Valoración ERSI: 84/100   |
| <b>Proyecto: Realidad Aumentada aplicada a la reanimación cardiopulmonar</b>                         |   |
| <b>Ciclo Formación: 2 Dominio de Aplicación: Salud</b>   |   |
| Problema Identificado  | Gran cantidad de muertes por falla cardiaca pueden ser evitadas si se cuenta con personal capacitado para atender estos eventos   |
| Componente Innovador   | Uso de realidad aumentada para capacitar al personal de salud y ciudadanos ante un evento de falla cardiaca.                      |
| Asignaturas de Apoyo   | Programación Orientada a Objetos II (semestre 3)  |
| Visibilidad del proyecto   | Presentado en el EISI y ERSI. Valoración ERSI: 82,5/100   |
| <b>Proyecto: Distribución y Control de Ancho de Banda Sistematizado a través del Api de Microtik</b> |   |
| <b>Ciclo Formación: 3 Dominio de Aplicación: TIC</b>   |   |
| Problema Identificado  | Evidente limitación de las áreas de informática de las organizaciones al gestionar el recurso de ancho de banda de manera física. |

|   |  |
|---|--|
| Componente Innovador  | Solución innovadora para gestionar el ancho de banda de los enlaces de un enrutador de manera dinámica a través de software.   |
| Asignaturas de Apoyo  | Gestión de proyectos informáticos  |
| Visibilidad del proyecto  | Presentado en el EISI y ERSI. Valoración ERSI: 98.5/100. Seleccionado para el ENSI de REDCOLSI   |
| <b>Proyecto: Aplicación Móvil Para Diagnóstico Y Seguimiento De Estilo De Vida A Nivel Individual Utilizando Elementos De Internet De Las Cosas</b> |  |
| <b>Ciclo Formación: 4 Dominio de Aplicación: Salud</b>  |  |
| Problema Identificado   | Apoyo a los esfuerzos de promoción de un estilo de vida saludable dentro de la comunidad académica considerando el estado de contaminación del aire y las condiciones del individuo. |
| Componente Innovador  | Guía personal para actividad física y descanso utilizando manilla personal para monitorear el nivel de actividad y sistema de sensores para monitorear la calidad del aire.          |
| Asignaturas de Apoyo  | Proyecto de grado I, II  |
| Visibilidad del proyecto  | Presentado en el EISI y ERSI. Valoración ERSI: 91/100<br>Seleccionado para el ENSI de REDCOLSI   |
| <b>Proyecto: Arquitectura IoT para la optimizar la frecuencia de las rutas de buses en la ciudad de Medellín</b>                                    |  |
| <b>Ciclo Formación: 4 Dominio de Aplicación: Ciudades Inteligentes</b>  |  |
| Problema Identificado   | El acelerado crecimiento de las ciudades genera un alto tráfico en el transporte que debe ser gestionado para garantizar una mejor prestación del servicio.                          |
| Componente Innovador  | Hacer monitoreo de las rutas de buses a través datos recibidos por sensores que son almacenados en la nube.  |
| Asignaturas de Apoyo  | Análisis de datos (semestre 9,10)  |
| Visibilidad del proyecto  | Finalista en el evento Expotech 2018. Tercer puesto en el evento Challenge #bluecode2018 de IBM  |

Fuente: elaboración propia con base en experiencia de la facultad de ingeniería de la UNAC.

## Discusión

El trabajo presentado por (Carmona-Garcés IC & Hernández-Castro D., 2017) muestra que es posible el fortalecimiento de programas de pregrado a través de la integración de la docencia, la investigación y la extensión, tal como en este trabajo se ha presentado que a través de los semilleros de investigación del programa es posible dicha articulación; mientras que el trabajo en referencia se enfocó en recopilar las percepción de los participantes e identificar sus motivaciones, dificultades y aprendizajes, este trabajo presenta como evidencia versiones preliminares de los producto

tecnológicos desarrollados enfatizando el aspecto de innovación.

La competencia de investigación es reconocida como una competencia compleja: Estrada y Molina (2014) realizan un abordaje teórico de la competencia de investigación, agrupando los referentes analizados en 5 enfoques; si bien este trabajo tiene un abordaje práctico, se concluye que el enfoque teórico que mejor lo representa, es el propuesto por Tobón (2008, citado por Estrada y Molina), en el que se destacan seis aspectos fundamentales: procesos, complejidad, desempeño, idoneidad, metacognición y ética.

El mapa de las competencias de investigación, creatividad e innovación presentado en esta propuesta, surge del análisis de algunos referentes como el trabajo colaborativo realizado por docentes de diferentes disciplinas en la Universidad de Barcelona (Masmitjà, J. A., Irurita, A. A., Trenchs, M. A., Miró, M. B., Marín, A. C., Busquets, M. C., & Ruiz, 2013), la propuesta de competencias de investigación que surgen de forma inductiva en el trabajo de (Tovar et al., 2008) y la propuesta de competencias para Latinoamérica que define el proyecto Tuning (Palma et al., 2011).

Para abordar el desarrollo de competencias complejas, éstas se estructuran a través de niveles de dominio y dentro de cada nivel de dominio se definen indicadores de desempeño (Fernández, 2010). Los niveles de dominio de la competencia, dan cuenta del proceso progresivo como la competencia va siendo formada. El trabajo de Tovar et.al (2008) propone una estrategia pedagógica desde el inicio del pregrado para fortalecer el desarrollo progresivo de la competencia investigativa. Las siguientes son algunas de similitudes de esta propuesta con dicho trabajo: Tanto el programa de formación y proyección de los semilleros, como el componente investigativo de la propuesta curricular por ciclos de formación, parten del mismo principio de “aprender a investigar, investigando” y de los principios de aprendizaje basado en problemas, fundamentado en el aprendizaje por descubrimiento de Vigostky y



Bruner; ambos trabajos reconocen la naturaleza iterativa e incremental de la manera como se va desarrollando la compleja competencia de investigación desde zonas de desarrollo próximo inicial, hacia zonas de desarrollo más avanzados, según Vigostky; buena parte de las didácticas presentadas en dicho trabajo, también son consideradas y articuladas en este trabajo.

Algunas de las diferencias de este trabajo con respecto al trabajo de Tovar et.al (2008) son las siguientes: Mientras que la visión progresiva de desarrollo de la competencia de investigación en el trabajo en referencia se concreta en las fases que sigue un proyecto de semillero, podría decirse que este trabajo presenta una visión holística del desarrollo progresivo de las competencias a través de los ciclos de formación a lo largo de todo el pregrado. En cada uno de los ciclos se enfatiza una estrategia investigativa diferenciadora: la investigación lúdica en el primer ciclo, la investigación por descubrimiento en el segundo ciclo, la investigación con creatividad e innovación para resolver situaciones de su entorno próximo en el tercer ciclo y la investigación con creatividad e innovación para resolver situaciones que trascienden su entorno próximo, en el cuarto ciclo.

La visión de integración de la creatividad en la formación de la ingeniería propuesta por Cropley (2016), representa un referente valioso para avanzar en el reto de hacer operativa la presente propuesta, considerando los cuatro componentes básicos: La persona, el producto, el proceso y el contexto, que a su vez representan cuatro interrogantes: ¿Quiénes son los creadores? ¿Qué se va a crear? ¿Cómo se va a crear? ¿Dónde ocurre la creatividad?, respectivamente.

La estructura de fases que propone el modelo PIPE (Sun, 2012) en la que se parte de descubrir el problema, generar la ideas, generar el producto y la definir la idea de negocio, es también un referente importante para



orientar la estrategia de creatividad a dos niveles: a nivel de los ciclos de formación y a nivel de proyecto de semillero en un semestre particular; asimismo, el enfoque de diseño del pensamiento (Wrigley & Straker, 2017) puede ser progresivamente articulado como estrategia de creación colaborativa.

Buena parte del éxito en la implementación de esta propuesta se conseguirá en la medida en que se puedan integrar, de forma intencionada y estratégica, en los diversos ambientes de aprendizaje del programa (proyecto integrador, semilleros de investigación, aula de clase, LFI) los abordajes disruptivo y convergente que exige el reto complejo de investigar, crear, innovar y hacer ingeniería, aplicando nuevas tecnologías para la solución de problemas en la industria y la sociedad (Arboleda Mazo & Orozco Carvajal, 2017).

## CONCLUSIONES

La investigación en la UNAC, sigue un enfoque combinado en el que se articula la formación investigativa a través de los espacios curriculares definidos como un distintivo institucional (“aprender a investigar”) y la investigación formativa a través de las actividades prácticas dentro del aula de clase (“aprender investigando”). Si bien los referentes reconocen una diferenciación entre estas dos aproximaciones, la propuesta presentada en este trabajo, busca integrarlas de forma adecuada con el propósito de fortalecer el proceso educativo, tal como lo afirma (Valencia et al., 2015) “la integración de estas dos dimensiones otorga valor y reconocimiento a las Instituciones de Educación Superior (IES)”.

Entre los retos abiertos que se tienen para hacer realidad esta propuesta se pueden mencionar los siguientes:

Avanzar hacia un enfoque de evaluación de las capacidades investigativas y de creatividad e innovación, siguiendo un enfoque de competencias, en escenarios complejos como los proyectos integradores y los semilleros de investigación. Para tal propósito se hace necesario apropiarse de estrategias como las rúbricas, que ha demostrado ser una estrategia adecuada a la naturaleza compleja del desarrollo de las competencias transversales, en las que se incluyen aspectos de autoevaluación, autonomía y autorregulación del estudiante (Martínez-figueira & Vigo, 2013) y evolucionando hacia enfoques integrales de las rúbricas conocidas como rúbricas socio-formativas (Hernández-Mosqueda et al., 2016).

Realizar la divulgación, discusión y refinamiento del mapa de competencias con el cuerpo de docentes de programa, de tal manera que se genere una sinergia positiva en la que el docente reconozca y dinamice sus espacios formativos como escenarios de “aprender investigando” (Niño Manrique et al., 2020).

El fortalecimiento de la creatividad e innovación dentro del programa y atendiendo a la meta de formar profesionales como agentes de cambio (Orozco Carvajal & Arboleda Mazo, 2018), necesariamente implica continuar fortaleciendo el vínculo con el sector empresarial a través de proyectos conjuntos. El trabajo de (Borys, M., Milosz, M., & Plechawska-Wojcik, 2012), es un buen referente con respecto al enfoque metodológico que puede seguir este tipo de proyectos utilizando el ciclo de mejora continua.

A medida que se avanza en el refinamiento e implementación de esta propuesta, es también importante evaluar el aspecto motivacional tanto de estudiantes como de docentes (Anaya Hernández et al., 2020), buscando que los espacios donde se promueve la investigación, cualquiera que sea su naturaleza, sean espacios agradables para sus participantes, de seguridad y solidaridad (Saavedra-Cantor et al., 2015); se espera que

la estrategia de investigación lúdica (Philpott, 2013) pueda contribuir positivamente a mantener la motivación y ganas de investigar de los estudiantes, incluso más allá del primer ciclo de formación.

Finalmente, vale la pena destacar que una verdadera propuesta de fortalecimiento de la investigación en la UNAC, como institución confesional fundamentada en una cosmovisión bíblica cristiana, debe estar cimentada en valores cristianos, reconociendo a su vez que, tal como afirma (Knight, 2016), “los valores cristianos se construyen directamente sobre la perspectiva bíblica de la metafísica y la epistemología”.

## REFERENCIAS

- Anaya Hernández, R., Tumino, M. C., Niño Manrique, J. F., Bournissen, J., & Arboleda Mazo, W. H. (2020). Motivación de estudiantes de ingeniería en informática con énfasis en ingeniería de software: un estudio en universidades latinoamericanas \* Motivation of Informatics Engineering Students with Emphasis on Software Engineering : a Study in Latin-American. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 19(36), 239–260. <https://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/view/3016>
- Arboleda Mazo, W. H., & Orozco Carvajal, L. J. (2017). Big Data, herramienta para el desarrollo empresarial. *UNACIENCIA*, 10(19), 85-93. <https://revistas.unac.edu.co/ojs/index.php/unacienci/article/view/180>
- Arteaga, I. H., Alvarado Pérez, J. C., & Luna, S. M. (2015). Creatividad e innovación: competencias genéricas o transversales en la formación profesional. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, (44), 135–151. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=101332416&lang=es&site=ehost-live>
- Baillie, C. (2006). Creativity in engineering education. *EE2006*, Liverpool, 1957, 340. <http://doi.org/10.4271/560004>
- Borys, M., Milosz, M., & Plechawska-Wojcik, M. (2012). Using Deming cycle for strengthening cooperation between industry and university in IT engineering education program. *Interactive Collaborative Learning (ICL)*, 1–4.
- Carmona-Garcés IC, & Hernández-Castro D. (2017). La articulación entre la docencia, la extensión y la investigación, una realidad posible en la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia: sistematización de una experiencia. *Perspectivas En Nutrición Humana*, 19(1), 67–76. <http://doi.org/10.17533/udea.penh.v19n1a06>
- Dudin, M. N., Frolova, E. E. evna, Gryzunova, N. V., & Shuvalova, E. B. (2014). The deming cycle (PDCA) concept as an efficient tool for continuous

- quality improvement in the agribusiness. *Asian Social Science*, 11(1), 239–246. <http://doi.org/10.5539/ass.v11n1p239>
- Estrada-Molina, O. (2014). Sistematización teórica sobre la competencia investigativa. *Revista Electrónica Educare*, 18(2), 177–194. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.15359/ree.18-2.9>
- Fernández, A. (2010). La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria. *Revista de Docencia Universitaria*, 8(1), 11–34. <http://doi.org/10.4995/redu.2010.6216>
- González, E. (2006). La investigación formativa como una posibilidad para articular las funciones universitarias de la investigación, la extensión y la docencia. *Educación Y Pedagogía*, 18(46), 101–109. Retrieved from <https://www.mendeley.com/viewer/?fileId=5df9764f-9b08-2689-73e1-de7b847ca315&documentId=899c510a-60e4-3e64-bebb-ecbf004090db>
- Hernández-Mosqueda, J. S., Tobón, S., & Guerrero-Rosas, G. (2016). Hacia una evaluación integral del desempeño: las rúbricas socioformativas. *Ra Ximhai*, 12(6), 359–376. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46148194025>
- Investigativas, M. (1998). *Acercamiento a la Formación Investigativa Y a La Investigación Formativa*.
- Knight, G. (2016). *Educating for Eternity*. Berrien Springs: Andrews University Press.
- Martínez-figueira, E., & Vigo, U. De. (2013). La rúbrica como instrumento para la autoevaluación: un estudio piloto. *Revista de Docencia Universitaria*, 11(2), 373–390.
- Masmitjà, J. A., Irurita, A. A., Trenchs, M. A., Miró, M. B., Marín, A. C., Busquets, M. C., ... & Ruiz, L. M. (2013). Rúbricas para la evaluación de competencias. *Cuaderno de Docencia Universitaria 2b*, 1–70.
- Niño Manrique, J. F., Arboleda Mazo, W. H., & Anaya Hernández, R. (2020). Fortaleciendo la Formación Integral de Ingenieros de Sistemas a Través de Proyecto Integrador. *Encuentro Internacional de Educación*

- En Ingeniería ACOFI 2020 EIEI, 1–9. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/738>
- Orozco Carvajal, L. J., & Arboleda Mazo, W. H. (2018). Desarrollo sostenible y responsabilidad social empresarial (RSE): un panorama integrador desde lo ambiental, social, tecnológico y económico. *UNACIENCIA*, 11(20), 22-26. <https://revistas.unac.edu.co/ojs/index.php/unaciencia/article/view/184>
- Orozco Carvajal, L. J., & Arboleda Mazo, W. H. (2019). Oportunidades y desafíos: una mirada holística a las iniciativas y proyectos en curso para ciudades inteligentes en Colombia y Medellín. *UNACIENCIA*, 12(22), 53-65. <https://revistas.unac.edu.co/ojs/index.php/unaciencia/article/view/207>
- Palma, M., Ríos, I. de los, & Miñán, E. (2011). Competencias Genericas En Ingeniería: Un Estudio Comparado En El Contexto Internacional. XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos Huesca, 6-8 de Julio de 2011, 15(0), 576–585. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.144>
- Philpott, R. (2013). Engineering opportunities for originality and invention: the importance of playful making as developmental method in practice-led design research. *Studies in Material Thinking*, 09, 1–16. Retrieved from <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/handle/2134/12955>
- Ramírez, J. L. R. (2010). Investigación lúdica y aplicada Experiencia de una práctica antropológica y pedagógica. *Zona Próxima*, Universidad Del Norte, Colombia, 12, 62–75.
- Saavedra-Cantor, C. J., Muñoz-Sánchez, A. I., Antolínez-Figueroa, C., Rubiano-Mesa, Y. L., & Puerto-Guerrero, A. H. (2015). Semilleros de investigación: desarrollos y desafíos para la formación en pregrado. *Educación Y Educadores*, 18(3), 391–497. <http://doi.org/10.5294/edu.2015.18.3.2>
- Sun, H. (2012). The PIPE model for teaching creativity, innovation and entrepreneurship. 1st IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering, TALE 2012, (January 2012), T1B6–T1B9. <http://doi.org/10.1109/TALE.2012.6360369>

- Taylor, M. J., McNicholas, C., Nicolay, C., Darzi, A., Bell, D., & Reed, J. E. (2014). Systematic review of the application of the plan-do-study-act method to improve quality in healthcare. *BMJ Quality and Safety*, 23(4), 290–298. <http://doi.org/10.1136/bmjqs-2013-001862>
- Tovar, C. T., Benítez, L. T., & Ortiz, Á. V. (2008). Pedagogía para el desarrollo de competencias investigativas en los semilleros de investigación desde el inicio del pregrado. *Revista Educación En Ingeniería*, 3(6), 38–49. <http://doi.org/10.26507/REI.V3N6.61>
- Valencia, J., Macias, J., & Valencia, A. (2015). Formative Research in Higher Education: Some Reflections. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 176(February), 940–945. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.562>
- Villalba Cuéllar, J. C., & González Serrano, A. (2017). La importancia de los semilleros de investigación. *Revista Prolegómenos*, 20(39), 9–10.
- Wrigley, C., & Straker, K. (2017). Design Thinking pedagogy: the Educational Design Ladder. *Innovations in Education and Teaching International*, 54(4), 374–385. <http://doi.org/10.1080/14703297.2015.1108214>



# EXPERIENCIA EN EL USO DE DATOS ABIERTOS DE PROMOCIÓN DE SALUD EN UNA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS ESTRATEGIAS DE PROYECCIÓN SOCIAL\*

**Raquel Anaya Hernández<sup>1</sup>, Walter Hugo Arboleda Mazo<sup>2</sup>,  
Edgardo Javier Ramos Caballero<sup>3</sup>, Fredys Simón Mendoza<sup>4</sup>**

## Resumen

**Justificación:** El uso de datos abiertos en campo de la promoción de la salud permite mejorar el seguimiento de las acciones realizadas en la comunidad, facilitan el análisis de los datos, minimizan costos y visibilizan la gestión en la salud pública. **Objetivos:** Poner disponibles los datos recopilados en una plataforma de datos abiertos, concientizar al profesional de la salud sobre la potencialidad del uso de datos abiertos

\*Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado "Programa de Promoción y Prevención de Enfermedades Crónicas no transmisibles para el Departamento de Antioquia acorde a los Lineamientos Establecidos por la OMS y la OPS".

1 Doctora en Informática, Ingeniera de Sistemas. Investigadora, Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: raquel.anaya.hdez@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9187-7427>

2 Magíster en Ingeniería, Especialista en Teleinformática, Ingeniero de Sistemas. Investigador, Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: warboleda@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4937-5359>

3 Doctor en Ciencias Básicas Biomédicas, Enfermero. Investigador, Grupo de Investigación en Cuidado de la Vida GICUVI, Facultad de Salud, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: ejramos@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8545-5503>

4 Especialista en Educación, Enfermero. Investigador, Grupo de Investigación en Cuidado de la Vida GICUVI, Facultad de Salud, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: fmendoza@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1310-0399>



e identificar los retos de su adopción. Método: La experiencia se realizó en tres fases: en la primera fase se seleccionó la plataforma de datos abiertos más adecuada mediante un análisis comparativo, en la segunda fase se realizó la identificación, preparación y cargue de datos y en la tercera fase se realizó la socialización con el personal de salud. Resultados: Se seleccionó CKAN como plataforma de datos abiertos. Los datos del perfil de estilo de vida de 850 intervenciones fueron analizados, preparados y subidos a la plataforma. En la actividad de socialización se contó con la participación de 18 docentes de la Facultad de Salud; el 100% de los participantes considera estratégico involucrar el enfoque de datos abiertos como apoyo a su actividad académica e investigativa. Se presenta un modelo conceptual de catálogo de datos abiertos integrado a soluciones informáticas que apoyan las actividades de promoción de la salud. Discusión: Existen dificultades en la adopción del enfoque de datos abiertos, como el desconocimiento del tema, la dificultad en el manejo de las TIC, la falta de tiempo y los aspectos éticos, de rigor y confiabilidad de los datos.

**Palabras clave:** datos abiertos, analítica de datos, ciencias de datos, promoción de la salud, estilo de vida.

## Abstract

Justification: The use of open data in the field of health promotion improves the monitoring of actions carried out in the community, facilitates data analysis, minimizes costs, and makes public health management visible. Objectives: Make the collected data available on an open data platform, raise awareness among healthcare professionals about the potential of open data use and identify the challenges of its adoption. Method: the experience was carried out in three phases: for the first phase was selected the most appropriate open data platform through a comparative analysis, so in the second phase was carried

out the identification, preparation, and loading of data, and in the third phase was socialized the project with health personnel. Results: CKAN was selected as the open data platform. Lifestyle profile data from 850 interventions were analyzed, prepared, and uploaded to the platform. The socialization activity had the participation of 18 teachers from the Faculty of Health; 100% of the participants consider it strategic to involve the open data approach to support their academic and research activity. In addition, a conceptual model of an open data catalog integrated into computer solutions was presented to support health promotion activities. Discussion: There are difficulties in adopting the open data approach, such as ignorance of the subject, difficulty in ICT abilities, lack of time and ethical aspects, rigor, and reliability of data.

**Key words:** Open data, data analytics, data science, health promotion, lifestyle

## INTRODUCCIÓN

El concepto de promoción de la salud propuesto por Henry Sigerist, quien lo relacionó con la vida decente, las condiciones de trabajo, educación, descanso y recreación (Franco, 2012). Estos principios fueron identificados, 52 años después, como los determinantes de salud en la conferencia de Yakarta en 1997 y ha evolucionado en diferentes acuerdos y conferencias mundiales de promoción de la salud, desde; Ottawa 1986, donde se seleccionaron las áreas de acción prioritarias para mejorar la salud de los individuos y poblaciones, Adelaida 1988, donde se enfatiza la repercusión de las políticas públicas en la salud de la poblaciones, Sundsvall 1991, con la creación de ambientes favorables a la salud, hasta las concertaciones realizadas en México 2000, Bangkok 2005, Nairobi

2009, Helsinki 2013, Shanghai 2016 (Arboleda Mazo & Anaya Hernandez, 2018),(Sollazzo & Miller, 2017), que buscan una visión unificada que ha permitido poner en marcha programas y proyectos orientados a promover la salud como un compromiso político de todos los países. A pesar de los grandes esfuerzos a nivel nacional y mundial se percibe que existe un escenario de contradicciones que dificultan la efectividad de estas iniciativas. Tal como lo menciona (Franco, 2012), “el actual orden global de relaciones internacionales es contrario a los principios éticos de la promoción de la salud” o como mencionaba la doctora Margaret Chan, directora general de la OMS, en la 8ª Conferencia Mundial sobre Promoción de Salud: “uno de los mayores problemas a los que se enfrenta la promoción de la salud son los intereses empresariales de los agentes económicos poderosos”.

Las tendencias actuales de promoción de salud, buscan privilegiar un enfoque salutogénico, en el que se enfatizan aspectos como salud percibida y felicidad, propósito de vida, conexiones espirituales más que un enfoque basado en la morbilidad (Calderwood & Sanchez, 2016). La promoción de la salud es un tema de interés social en el que es clave el papel activo de las comunidades; hoy en día se habla de salud comunitaria como la salud individual y de grupos en una comunidad, determinada por la interacción de factores personales, sociales, económicos, culturales y físicos(Greenberg & Narang, 2016).

Por lo tanto, las estrategias de promoción de salud necesariamente deben estar articuladas con estrategias de manejo de la información y de gestión del conocimiento que permitan tomar decisiones basadas en evidencias. Lo cual podría contribuir a la reducción de las desigualdades sociales proporcionando medios que permitan desarrollar el máximo potencial de las poblaciones. En el caso de España, se dispone de poca información acerca de qué tipo de intervenciones poblacionales en promoción de la salud se realizan, las cuales presentan evidencias

confiables y cómo se trasladan las evidencias en promoción de la salud a recomendaciones para la acción tal como lo plantea(D’Agostino et al., 2018); Por su parte,(Calderwood & Sanchez, 2016) propone orientar los esfuerzos de promoción de salud hacia procesos de la investigación acción participativa, utilizando el enfoque de modelo de activos para la salud pública a través de alianzas intersectoriales.

## DESAROLLO

El uso de datos abiertos es una estrategia reconocida a nivel mundial como evidencia de transparencia y efectividad de las entidades gubernamentales. Desde el 2010, Colombia ha venido trabajando en la definición de lineamientos e infraestructura para apoyar las iniciativas de gobierno en línea y ha logrado figurar dentro de los países de Latinoamérica que promueven los datos abiertos como un activo del estado al servicio de la ciudadanía. La aplicación del enfoque de datos abiertos en el tema de la salud representa un desafío permanente para los gobiernos nacionales con directivas establecidas por Open Health Data (OHD) y respaldadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS); países como Estados Unidos y el Reino Unido han definido marcos de referencia para datos abiertos en salud(Taylor, Jane; O’Hara, Lily; Barnes, 2014).

Se identifica la necesidad que los profesionales de la salud y las entidades públicas y privadas del sector incursionen cada vez más en la aplicación del enfoque de datos abiertos, mejorando su uso con fines científicos y académicos (Pasarín, María Isabel; Forcada Carme; Montaner, Isabel; De Peray, Josep; Gofin, 2010) y facilitando la investigación y la mejora de los programas direccionados a la comunidad(Paredes-carbonell, Peiró-pérez, & Morgana, 2016). Actualmente existe interés desde la OMS, de la masificación de los datos abiertos entre los profesionales de la salud, pues estos tienen impacto en el cuidado de la salud, la investigación, la salud

pública y las políticas a nivel regional, nacional y global(Cofiño et al., 2016); en los diversos aspectos como salud personal, salud pública, detección y control de infecciones, estilo de vida saludable y promoción(Arboleda Mazo & Anaya Hernandez, 2018).

En cuanto a la definición de datos abiertos, Open Data Charter, lo define como: datos digitales puestos a disposición del público que tienen las características técnicas y jurídicas necesarias para que puedan ser usados, reutilizados y redistribuidos libremente por cualquier persona, en cualquier momento y en cualquier lugar(ODC, 2019).

De esta definición se derivan dos aspectos importantes de los datos abiertos: de una parte, el aporte técnico que la Tecnología de Información y Comunicaciones (TIC) ha dado a través de recursos y facilidades para el almacenamiento de datos en repositorios electrónicos que deben cumplir unos formatos de descripción e intercambio y unos protocolos de comunicación ya establecidos por comunidades internacionales; de otra parte, los aspectos jurídicos que hacen referencia al uso de la información verídica y reglamentaciones para la publicación de información no sensible y que sea respetuosa con el derecho de privacidad de la información.

El enfoque de datos abiertos es una estrategia que define lineamientos para la estandarización y divulgación de datos de manera libre, siguiendo lineamientos aprobados y acordados a nivel mundial; este enfoque ha sido adoptado por diversos países como una evidencia de la transparencia, participación y eficiencia de su gestión(Huijboom, Broek; Van Den, 2011). La Organización Mundial de la Salud (OMS) respalda y recomienda esta iniciativa para el tema de la salud, considerando que, en la medida que los diferentes países unan esfuerzos en estructurar, divulgar y compartir los datos acerca de los indicadores de salud y establecer observatorios en este tema, se logrará tener evidencia sustentada de las acciones realizadas para alcanzar las metas de desarrollo sostenible definidas a

nivel mundial(WHO, 2019).

La promoción y uso adecuado de los datos abiertos puede ser abordado desde dos frentes de trabajo: a) a nivel gubernamental para establecer políticas, infraestructura, lineamientos y estrategias de implementación que buscan generar indicadores de nivel de gobernabilidad y transparencia de un país(Huijboom, Broek; Van Den, 2011); b) para establecer alianzas para la investigación, el desarrollo y la innovación entre la universidad y el sector privado o como un esfuerzo intersectorial público-privado de colaboración de datos para abordar un desafío social(Perkmann, Markus; Schildt, 2015) (Janssen, Charalabidis, & Zuiderwijk, 2012).

Si bien se reconocen los beneficios de los datos abiertos, también se reconoce que existe una brecha entre los beneficios prometidos y las barreras para su adopción. Tal como lo menciona(Bonina, 2015), a menudo se adopta una visión conceptualmente simplista que correlaciona automáticamente la divulgación de datos abiertos con el uso y los beneficios, cuando en realidad es necesario focalizar esfuerzos para enfrentar las barreras que impiden su adopción para parte de la comunidad.

La motivación principal de este trabajo es divulgar una experiencia de uso de datos abiertos que pueda servir como referente para entidades privadas pequeñas que pueden incursionar en el enfoque de datos abiertos como una estrategia para fortalecer sus actividades de proyección social e investigación.

## ANTECEDENTES

La UNAC es una institución de educación superior cuya filosofía esta soportada en una cosmovisión cristiana del hombre como imagen de Dios, que tiene como propósito fomentar en el educando el desarrollo

armonioso y equilibrado de sus facultades físicas, mentales, espirituales y sociales, que lo conduzcan a un servicio altruista a Dios y a sus semejantes. Dentro de los principios institucionales declarados en el Proyecto Educativo Institucional (PEI), la salud es uno de sus componentes esenciales.

Una de las acciones que dan cuenta de su vocación como entidad promotora de un estilo de vida saludable (EVS) son las brigadas de salud. En estas brigadas, profesionales de la Facultad de la Salud, estudiantes en formación y miembros en general de la comunidad institucional, realizan actividades de intervención en la comunidad, las cuales integran aspectos motivacionales y elementos formativos y de autorreflexión acerca del estilo de vida de los participantes. El programa de promoción y prevención de EVS lleva el nombre de ADELANTE, en virtud de los ocho hábitos saludables que se promueven (Agua, Descanso, Ejercicio, Luz solar, Aire, Nutrición, Temperancia, Esperanza en Dios) a través de ocho estaciones distribuidas de manera estratégica; en cada estación se realizan actividades lúdicas y demostrativas que motivan en los participantes la adquisición del respectivo hábito.

### **Identificación del problema.**

El tratamiento de los datos que se generan en las brigadas de salud por parte de la UNAC, se realiza de manera artesanal. Los datos acerca del perfil del estilo de vida de los participantes, obtenido en las brigadas se consolidan manualmente en una plantilla Excel y dichos datos quedan archivados en un directorio local y no se realiza sobre ellos un tratamiento posterior, identificando una oportunidad de mejora importante para lograr que los datos se estructuren y consoliden en un catálogo compartido de manera que puedan ser accedidos, consultados y analizados por los miembros de la comunidad e investigadores interesados en el tema de promoción de la salud.



## METODOLOGÍA

El trabajo se realizó en tres etapas. En la primera etapa se hizo un análisis comparativo de plataformas de datos abiertos disponibles para seleccionar la más adecuada y se realizó una prueba de concepto sobre la plataforma seleccionada.

En la segunda etapa se procedió con la identificación, preparación y publicación de los datos referentes a las brigadas de salud realizadas. Para ello se siguió la guía de datos abiertos propuesta por el Ministerio de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (MINTIC)(MINTIC, 2016), a través de las siguientes fases.

Identificación de los datos, en esta fase se determinó que los perfiles de estilo de vida generados en las brigadas de salud son datos relevantes por lo que pueden generar un valor agregado para apoyar estudios de investigación en promoción de la salud; además se realizó el análisis y depuración de los datos. Documentación, en esta fase se definieron los metadatos generales y específicos que describen el dataset a publicar. Estructuración, en la cual se realizó la preparación del conjunto de datos en un formato estructurado. Carga de Datos, en donde se realizó la publicación de los datos en la plataforma seleccionada.

En la tercera etapa se hizo el proceso de socialización y retroalimentación del trabajo a investigadores y docentes de la Facultad de Salud de la UNAC, con el propósito de obtener su percepción e identificar la proyección de este tema dentro de la Facultad de Salud.



## RESULTADOS

### Con respecto a la selección de la plataforma de datos abiertos

Existen trabajos que hace análisis de las plataformas disponibles para uso de datos abiertos (Ministerio de Industria Energía y Turismo, 2015) y las características que deben tener las plataformas que apoyan al gestión de datos de investigación (Arboleda-Mazo & Montoya-Munera, 2017), así como su uso en el sector de la salud (Arboleda Mazo, Rojas Medina, & Urango, 2016).

**CKAN:** Es una plataforma gratuita, desarrollada en Python por la fundación Open Knowledge Foundation, su código es abierto. Permite publicar, buscar, acceder, visualizar y compartir datos abiertos. Se puede instalar bajo sistema operativo Linux, OSX y Windows. Permite ser personalizada. Posee gestión de seguridad, permisos, roles, previsualización y visualización de datos. Utiliza RESTful API mediante JSON Posee una API para consumir, compartir y federar datos con otras plataformas de datos abiertos, maneja diversos formatos para los archivos de los conjuntos de datos. También puede ser usada como servicio desde AWS lo que significa menos esfuerzo en instalaciones para tener rápidamente una plataforma de datos abiertos (OKF, 2018) (Arboleda-Mazo & Montoya-Munera, 2017).

**DKAN:** Es desarrollada en PHP por la comunidad de Drupal uno de los CMS más usados en el mundo, su licencia es de código abierto, es instalable en entornos Linux y Windows, permite publicar, buscar, acceder, visualizar y compartir datos abiertos. Requiere de un equipo de trabajo en la organización para su instalación (DKAN, 2018).

**DataPress:** Es una plataforma que funciona en la nube está basado en Wordpress y CKAN, posee licenciamiento y su uso es basado bajo el

modelo software como servicio, lo que facilita la rapidez en el montaje de una solución de datos abiertos. permite publicar, buscar, acceder, visualizar y compartir y federar datos abiertos(DataPress, 2018).

**Sócrata:** Es una solución licenciada, Por defecto funciona en la nube por medio del modelo Software como servicio usando AWS, lo que hace que las entidades que requieran usarla deben contratar como un servicio y e iniciar a crear datos. permite publicar, buscar, acceder, visualizar y compartir datos abiertos(Tyler Technologies, 2018).

**Junar:** Es una solución licenciada, manejada directamente por la nube corporativa de la Empresa Junar, lo que permite usar el modelo Software como servicio facilitando el uso rápido de instancias para las organizaciones. Permite publicar, buscar, acceder, visualizar y compartir y federar datos abiertos(JUNAR, 2018).

**OpenDataSoft:** Es una solución licenciada para el uso en la Fuente: elaboración propia nube por intermedio de AWS, facilitando el despliegado de catálogos de software, permite publicar, buscar, acceder, visualizar y compartir y federar datos abiertos(OpenDataSoft, 2018).

Se seleccionó CKAN como la plataforma adecuada para divulgar los datos abiertos debido a que es la plataforma para gestión de datos abiertos más usada por las entidades gubernamentales a nivel internacional (Amorim, Castro, & Da-Silva, 2015)(MINTIC, 2016), entre los que se encuentran Estados Unidos, Australia, México, Canadá y Reino Unido (OKF, 2018)(Alexopoulos, Spiliotopoulou, & Charalabidis, 2013) (Alexopoulos et al., 2013)(Winn, 2013). Además, es una plataforma de uso gratuito y código abierto que ofrece mayores facilidades de integración desde aplicaciones web y móviles (OpenDataSoft, 2018).

## Con respecto a la identificación y publicación de los datos abiertos

### Identificación del dataset.

Una vez identificado que los datos acerca de perfiles de estilo de vida recolectados en las brigadas de salud, representaban un activo valioso para recuperar como datos abiertos, se procedió a analizar en detalle estos datos y determinar el tratamiento previo que debía ser realizado sobre ellos para adecuarlos como datos abiertos, tal como se detalla en la tabla 1.

Tabla 1.

### *Análisis de los datos originales y su tratamiento como datos abiertos.*

| Columna | Dato en archivo original         | Análisis y tratamiento  |
|---------|----------------------------------|---|
| 1       | Fecha del levantamiento del dato | Importante para conservar como información temporal asociada al registro  |
| 2       | Consecutivo                      | Se conserva como indicador único de cada registro   |
| 3       | Nombre del participante          | Este dato se elimina para garantizar la privacidad de la información  |
| 4       | Lugar                            | Información alfanumérica que describe el sitio donde se realizó la brigada de salud. Este dato aparecía solo en el registro inicial del lote de datos correspondiente a dicha brigada, por lo tanto, fue necesario completar todos los registros con dicha información.   |
| 5       | Edad                             | Dato numérico con la edad del participante. Se conserva como un dato sociodemográfico importante para realizar análisis.  |
| 6       | Sexo                             | Carácter para indicar si se trata de un hombre (M) o una mujer (F). Se conservó como un dato sociodemográfico importante para realizar análisis.  |
| 7       | Peso (Kg)                        | El dato original tiene una combinación de peso (Kg) e índice de masa corporal (IMC) separado por un guion (-); ejemplo: 61-22.7. Estos datos son importantes como indicadores biométricos y por lo tanto se hizo sobre ellos un proceso de depuración manual, para obtener dos columnas: la columna de peso propiamente dicha y la columna de IMC, tal como se detalla en la columna 9. En este ejemplo, el valor que quedaría en esta columna es 61. |
| 8       | Estatura (cm)                    | Dato numérico de la estatura de la persona. Se conservó como un dato biométrico importante para realizar análisis.  |
| 9       | IMC                              | Se define de manera separada este dato que aparecía unido en la columna de peso. Se calculó automáticamente el dato aplicando la fórmula de IMC, a saber, $IMC = \text{peso} / (\text{estatura})^2$   |

**Indicadores de hábitos saludables:**

Las columnas 10 a 15 de los datos de entrada, contienen un valor numérico que indica la frecuencia de ese hábito según la escala particular asociada al respectivo hábito saludable

|    |           |  |  |
|----|-----------|--|--|
| 10 | Ejercicio | 1: Casi diariamente<br>2: Menos de tres veces por semana<br>3: Rara vez                                    | Se conserva como un indicador importante de la actividad física.                                 |
| 11 | Desayuno  | 1: Casi diariamente<br>2: A veces<br>3: Rara vez o nunca   | Se conserva como un indicador importante de referido a la alimentación.                          |
| 12 | Merienda  | 1: Casi diariamente<br>2: De vez en cuando<br>3: Rara vez  | Se conserva como un indicador importante referido a la alimentación.                             |
| 13 | Sueño     | 1: 6 horas o menos<br>2: 7 a 8 horas<br>3: 9 horas o más   | Se conserva como un indicador importante referido a al descanso.                                 |
| 14 | Fumar     | 1: Nunca fume<br>2: Deje de fumar<br>3: Fumo menos de 1 paquete al día<br>4: Fumo más de un paquete al día | Se conserva como un indicador importante con respecto al riesgo de fumar.                        |
| 15 | Alcohol   | 1: No bebo<br>2: 1 a 2 porciones<br>3: 3 a 10 porciones<br>4: Más de 10 porciones                          | Se conserva como un indicador importante con respecto al riesgo de consumir bebidas alcohólicas. |

Fuente: elaboración propia.

## Definición de los metadatos generales

Los metadatos generales, describen información general acerca del conjunto de datos que se publican, que pueden verse en la columna derecha de la figura 1, tales como la entidad que los generó (municipio, nombre de la entidad, orden, sector, área o dependencia, departamento); información general acerca de los datos (cobertura geográfica, idioma, frecuencia de actualización, fecha de emisión); datos que facilitan su búsqueda y clasificación (categoría, etiquetas) y, finalmente, datos que confirman su uso de manera libre (licencia y atribución). También se presenta información acerca de la trayectoria y nivel de visibilidad que han tenido el conjunto de datos como fechas de creación y publicación y nivel de uso (vistas y descargas) y frecuencia con que se publican (columna izquierda de la figura 1).



Figura 1. Descripción de los metadatos generales de un conjunto de datos. Fuente: elaboración propia.

### Definición de los metadatos específicos

En la figura 2, se muestran los metadatos específicos que describe el conjunto de datos con respecto al perfil del estilo de vida. Cada una de las entradas identifica un dato que va a contener el archivo caracterizado por su nombre, descripción y tipo de dato. Se puede observar que se describe información acerca de cada uno de los datos que se analizaron en la tabla 1.

| Nombre de Columna                          | Descripción   | Tipo           |
|--|---|----------------|
| DEPARTAMENTO NACIMIENTO / STATE OF BIRTH   | Departamento donde nació la persona/ Department wher...       | Texto simple T |
| MUNICIPIO DE NACIMIENTO / HOMETOWN         | Municipio donde nació el bebé / Municipality where the ba...  | Texto simple T |
| ÁREA DE NACIMIENTO / AREA OF BIRTH         | Área (municipio) donde nació el bebé/ Area (municipality) ... | Texto simple T |
| GENERO / GENDER                            | Género del recién nacido / Gender of the newborn              | Texto simple T |
| PESO (Gramos) / WEIGHT(grams)              | Peso del recién nacido/ Weight of the newborn                 | Número #       |
| TALLA (Centímetros) / HEIGHT( centimeters) | Estatura del recién nacido / Height of the newborn            | Número #       |
| FECHA NACIMIENTO / BIRTHDAY                | Fecha(dd/mm/aa) cuando nació el bebé / Date (dd / mm / y...   | Texto simple T |

*Figura 2.* Descripción de metadatos específicos. Fuente: elaboración propia.

### **Carga de datos**

El proceso de cargado del conjunto de datos a CKAN incluyó los siguientes pasos: creación de la organización, definición de los metadatos del conjunto de datos, vinculación de archivos y visualización.

Como se puede ver en la figura 3, se creó en CKAN la organización Corporación Universitaria Adventista de Colombia, fueron creados los metadatos para catalogación del conjunto de datos y se subieron tres (3) archivos de datos en formato xls, csv y txt sobre las Brigadas ExpoSalud UNAC 2013-2014 para facilitar su consumo y visualización en diversos formatos.

The screenshot displays a data catalog interface for the organization 'Corporación Universitaria Adventista UNAC'. The main title is 'Datos Abiertos Brigadas ExpoSalud UNAC 2013-2014'. The page includes a sidebar with organization details and social media links, and a main content area with a list of dataset entries and an 'Additional Info' table.

**Additional Info Table:**

| Field        | Value   |
|--------------|---|
| Author       | Corporación Universitaria Adventista  |
| Maintainer   | Walter Hugo Arboleda Mazo   |
| Last Updated | August 17, 2018, 10:29 AM (UTC-05:00)   |
| Created      | August 17, 2018, 10:14 AM (UTC-05:00)   |
| Edad         | Numero de individuos  |
| Alcohol      | Lugar de la ExpoSalud   |
| Desayuno     | 1:Casi diariamente 2:A veces 3: Rara vez o nunca                                  |
| Ejercicio    | 1:Casi diariamente 2:Menos de 3 veces por semana 3:Rara vez                       |
| Estatura     | centimetros   |
| Fuma         | 1.Nunca fume 2.Deje de fumar 3:Fumo menos de un paquete al día 4:Fumo mas de uno. |
| Lugar        | Lugar de la ExpoSalud   |
| Merienda     | Merienda: 1:Casi diariamente 2:De vez en cuando 3:Rara vez o nunca                |
| N            | Numero de individuos  |
| Peso         | kilogramos  |
| Sexo         | M:Masculino F:Femenino  |
| Sueño        | Sueño: 1:6 horas o menos 2:7 a 8 horas 3:9 horas o mas                            |

Figura 3. Descripción del conjunto de datos de Brigadas ExpoSalud UNAC 2013-2014. Fuente: elaboración propia.



En la figura 4 se puede observar los datos que fueron cargados en el catálogo de datos abiertos en CKAN, permitiendo así que los usuarios puedan acceder a los datos mediante su visualización, descargado o consumo mediante APIs por aplicaciones.

URL: [https://demo.ckan.org/dataset/8bd6615b-eff3-4f67-9084-7a093093c90c/resource/dc773a2c-63d0-4a94-8a7e-5e54a34c40aa/download/...](https://demo.ckan.org/dataset/8bd6615b-eff3-4f67-9084-7a093093c90c/resource/dc773a2c-63d0-4a94-8a7e-5e54a34c40aa/download/)

Datos Abiertos Brigadas ExpoSalud UNAC 2013-2014

872 registros

| Fecha       | N   | LUGAR            | Edad | -Sexo | Peso kg | Estatura... | IMC              | Ejercicio | Desayuno |
|-------------|-----|------------------|------|-------|---------|-------------|------------------|-----------|----------|
| 18/10/2014  | 869 | PENÍNSULA CON... | 21   | M     | 60      | 172         | 20.2812330989... | 1         | 1        |
| 18/10/2014  | 867 | PENÍNSULA CON... | 49   | M     | 72      | 175         | 23.5102040816... | 3         | 1        |
| 18/10/2014  | 865 | PENÍNSULA CON... | 28   | M     | 70      | 168         | 24.8015873015... | 3         | 1        |
| 2013-11-... | 862 | UNAC             | 69   | M     | 63      | 153         | 26.9127258746... | 3         | 1        |
| 2013-11-... | 858 | UNAC             | 48   | M     | 74      | 162         | 28.1969212010... | 3         | 3        |
| 2013-11-... | 856 | UNAC             | 43   | M     | 64      | 163         | 24.0882231171... | 2         | 1        |
| 20/08/2014  | 830 | UNAC             | 66   | M     | 69      | 171         | 23.5970042064... | 1         | 1        |
| 20/08/2014  | 806 | UNAC             | 77   | M     | 78      | 172         | 26.3656030286... | 3         | 1        |
| 20/08/2014  | 780 | UNAC             | 82   | M     | 72      | 168         | 25.5102040816... | 1         | 1        |
| 20/08/2014  | 770 | UNAC             | 53   | M     | 71      | 157         | 28.8044139721... | 1         | 1        |
| 20/08/2014  | 752 | UNAC             | 43   | M     | 64      | 176         | 20.6611570247... | 2         | 1        |
| 17/08/2014  | 748 | UNAC             | 56   | M     | 79      | 167         | 28.3265803721... | 3         | 1        |
| 17/08/2014  | 745 | UNAC             | 61   | M     | 53      | 173         | 17.7085769654... | 3         | 2        |
| 17/08/2014  | 742 | UNAC             | 82   | M     | 101     | 177         | 32.2385010692... | 2         | 1        |
| 17/08/2014  | 740 | UNAC             | 61   | M     | 66      | 159         | 26.1065622404... | 1         | 1        |
| 17/08/2014  | 738 | UNAC             | 67   | M     | 56      | 158         | 22.4323025156... | 1         | 1        |
| 17/08/2014  | 734 | UNAC             | 55   | M     | 89      | 182         | 26.8687356599... | 2         | 1        |
| 2014-08-... | 718 | UNAC             | 36   | M     | 71      | 167         | 25.4580659041... | 3         | 1        |
| 2014-08-... | 716 | UNAC             | 28   | M     | 90      | 183         | 26.8744961031... | 1         | 1        |
| 2014-08-... | 712 | UNAC             | 21   | M     | 98      | 185         | 28.6340394448... | 2         | 2        |
| 2014-08-... | 710 | UNAC             | 20   | M     | 92      | 176         | 29.7004132231... | 3         | 1        |
| 2014-08-... | 707 | UNAC             | 59   | M     | 76      | 172         | 25.6895619253... | 2         | 1        |

Figura 4. Visualización de los datos de Brigadas ExpoSalud UNAC 2013-2014. Fuente: elaboración propia.



## Análisis de los datos publicados

A manera de ejemplo, en esta sección se presenta el análisis realizado sobre el conjunto de datos publicado, lo cual también se publicó como otro dataset.

Durante los años 2013 y 2014 se realizaron 25 jornadas de salud en las cuales se atendieron 873 participantes de los cuales 589 (68%) eran mujeres y 283 (32%), eran hombres. La figura 5 muestra la distribución de la población intervenida según el rango de edad; se puede observar que, tanto en mujeres como en hombres, el mayor porcentaje de participantes fueron adulto mayor (>54 años) y adulto (27-54 años).

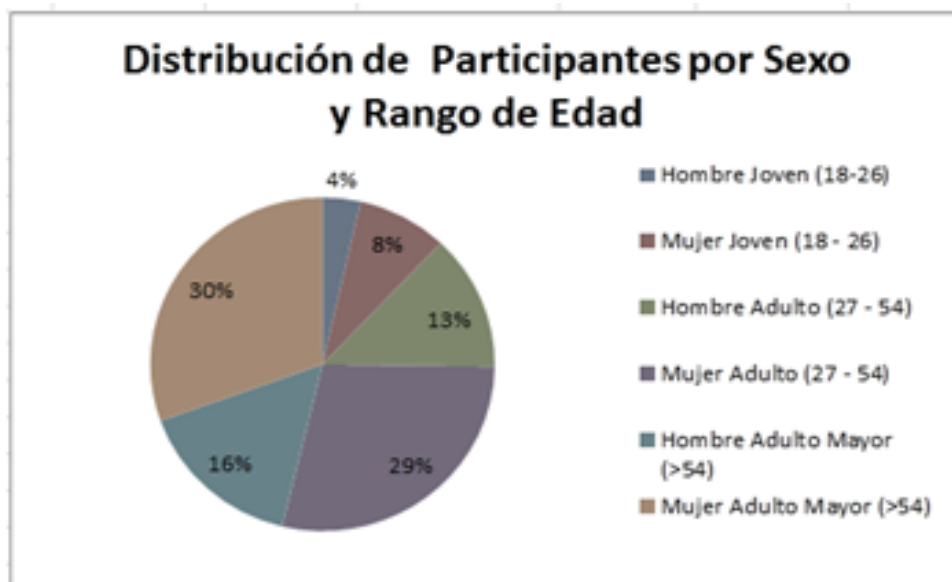


Figura 5. Distribución de participantes por sexo y edad. Fuente: elaboración propia.

Con respecto al peso se calculó el Índice de Masa Corporal para analizar si la población tenía un bajo peso, un peso normal, sobrepeso y obesidad (ver figura 6). Se puede observar que, tanto en hombres como en mujeres, la población de adultos y adultos mayores tiene una

distribución muy similar entre los que tienen peso normal y sobrepeso; asimismo se observa alguna tendencia de sobrepeso en la mujer en edad adulta.

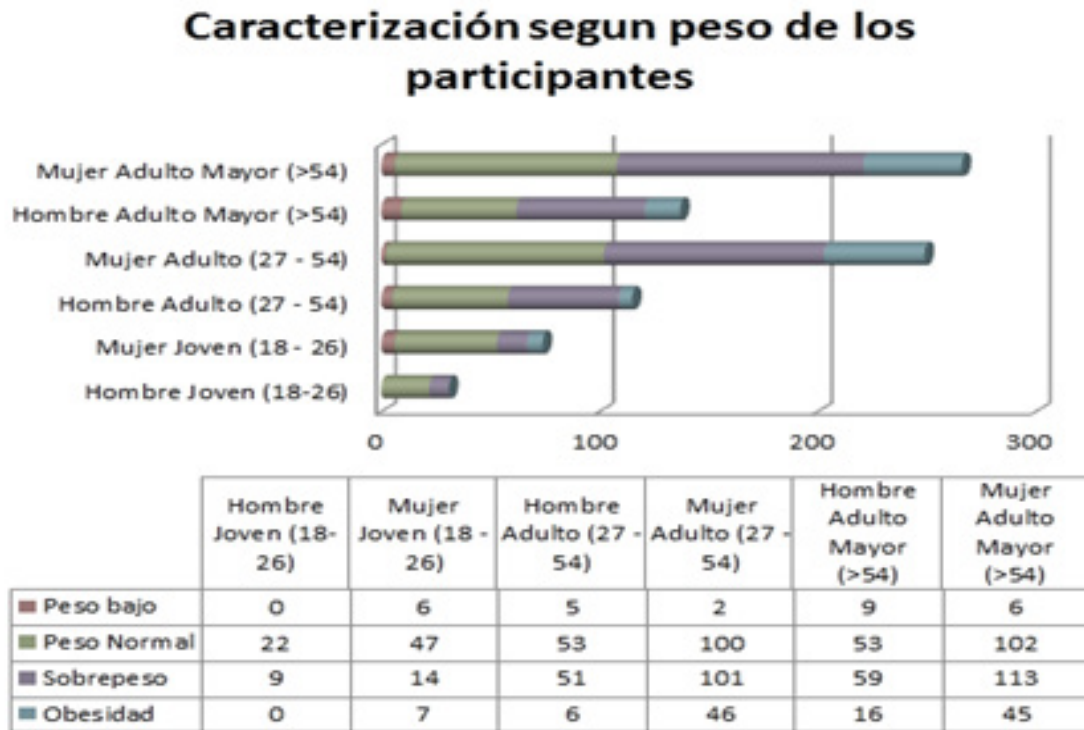


Figura 6. Caracterización de participantes según su peso. Fuente: elaboración propia.

La figura 7, consolida los resultados del estilo de vida de los encuestados con respecto a los hábitos saludables. Se puede observar una tendencia saludable en la población encuestada con respecto a desayunar diariamente y a abstenerse de conductas de riesgos como el consumo de cigarrillo y alcohol. De otra parte, se observa la necesidad de reforzar hábitos saludables con respecto a la realización de ejercicio de manera frecuente (58,9%), a evitar el consumo de merienda (59,2%) a tomar un descanso adecuado (60,4%).

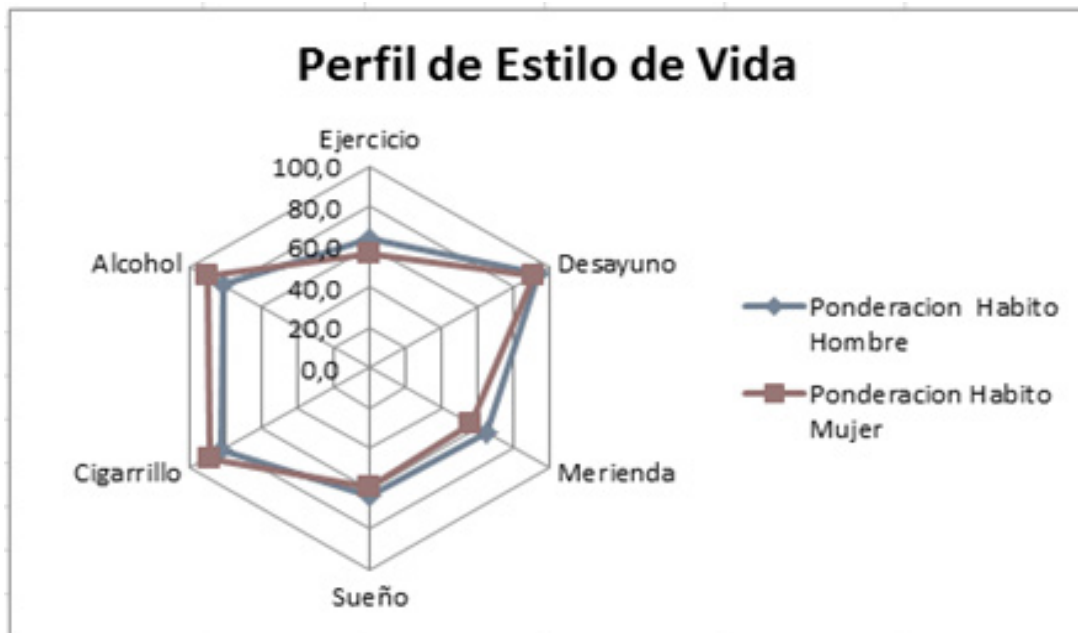


Figura 7. Perfil de estilo de vida según conductas de los participantes.  
Fuente: elaboración propia.

### Con respecto a la socialización y retroalimentación de resultados

Se realizó una sesión de trabajo para introducir a los docentes e investigadores de salud en este tema, su importancia y sus principios, presentar los resultados obtenidos y obtener sus percepciones al respecto. La sesión de trabajo siguió un estilo taller en el que los participantes exploraron dos catálogos de datos abiertos en el tema de la salud: el catálogo de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2019) y el catálogo del Ministerio de Salud y Protección Social (MINSALUD, 2019). Al final de la sesión se aplicó un instrumento que recopiló la percepción de los docentes con respecto a este tema.

La actividad se realizó con 18 docentes e investigadores de la Facultad de Salud con amplia experiencia en docencia (el 44% entre 10 y 20 años) y experiencia en práctica clínica o comunitaria (el 55% entre 10 y 20 años). Las siguientes son algunas de los aspectos que se identificaron:

El 100% de los participantes está interesado en continuar capacitándose y considera estratégico para la FCS-UNAC continuar impulsando este tema de datos abiertos. Algunas temáticas que les gustaría encontrar y explorar como datos abiertos son: el autocuidado, la calidad de IPS, guías de práctica clínica, indicadores de salud mental, salud sexual y reproductiva y procedimientos de enfermería. Entre las barreras que identificaron que pueden dificultar el uso de datos abiertos son el desconocimiento del tema (33%), el manejo de las TIC (27%), la falta de tiempo (22%) y los aspectos éticos, de rigor de datos y confiabilidad de los mismos (17%).

## Discusión

### Retos abiertos para la adopción de datos abiertos

La experiencia de identificación y publicación de datos abiertos presentada en este trabajo enfrentó algunos retos, los cuales coinciden con algunas de las barreras presentadas por (Bonina, 2015), a saber:

**Falta de recursos para publicar los datos:** Esta situación se presenta en el caso de entidades pequeñas como la UNAC, en donde los recursos de infraestructura tecnológica son limitados y donde por los esquemas de seguridad establecidos, es difícil disponer de servicios de datos que pueden ser accedidos por el público en general. Es por esta razón que en esta primera experiencia se decidió utilizar las facilidades que ofrece el propio entorno de CKAN para que diversas entidades puedan publicitar sus datos, con el riesgo que dichos datos están disponibles solo por un tiempo limitado.

**Limitación en el alcance de los datos:** Si bien el conjunto de datos acerca del estilo de vida, es un primer paso, se reconoce que una visión integral de promoción de la salud, necesariamente debe combinar conjuntos de datos que identifique los aspectos sociales, económicos,

ambientales del individuo, y por lo tanto su valor real puede potenciarse al combinar varios conjuntos de datos.

**Desconocimiento del tema por parte de los profesionales de la salud.** Para enfrentar este reto es necesario establecer un plan de capacitación a los profesionales de la salud para que se familiaricen con las facilidades y servicios que actualmente tienen los diferentes portales para acceder a los datos y de esta manera motivar su uso.

### **Discusión de resultados sobre el análisis de los datos**

El análisis mostro que en las 25 jornadas de salud realizadas por la UNAC entre los años 2013 y 2014, fueron atendidos 873 pacientes de los cuales el 68% fueron mujeres y el 32% fueron hombres; así mismo los participantes fueron adultos mayores (>54 años) y adultos (27-54 años), en cuanto al peso los adultos mayores, aunque algunos tienen peso normal, existen individuos con sobrepeso.

En el caso de las mujeres adultas se observa disposición al sobrepeso. Con relación a los hábitos saludables los individuos tienden a tomar el desayuno diariamente, no consumir cigarrillo y alcohol, aunque no realizan ejercicio frecuentemente, no consumen la merienda, ni toman un descanso adecuado.

Encontrándose la oportunidad por parte de los profesionales en la salud de intervención de la comunidad por medio de proyectos y programas para abordar las deficiencias en: alimentación adecuada, descanso, control del peso y promoción de hábitos de la importancia de los hábitos saludables en la población masculina con el objetivo de lograr de estos una mayor participación.

## Modelo Conceptual del Catálogo de Datos Abierto para Promoción de la Salud

Necesariamente un catálogo de datos abiertos se debe alimentar de la información existente en las bases de datos que almacenan información con respecto a los sistemas operativos o transaccionales que tiene la institución (Rivillas, Montaña Caicedo, Cuéllar Segura, & Ospina, 2013) (Arboleda Mazo & Anaya Hernandez, 2018). Esto significa que al concebir una propuesta de catálogo de datos abiertos, necesariamente se debe pensar en una propuesta integrada con los sistemas de información que soporten las actividades de la organización. La figura 6, presenta una propuesta del modelo conceptual del catálogo de datos abiertos para la promoción de estilo de vida en la UNAC.

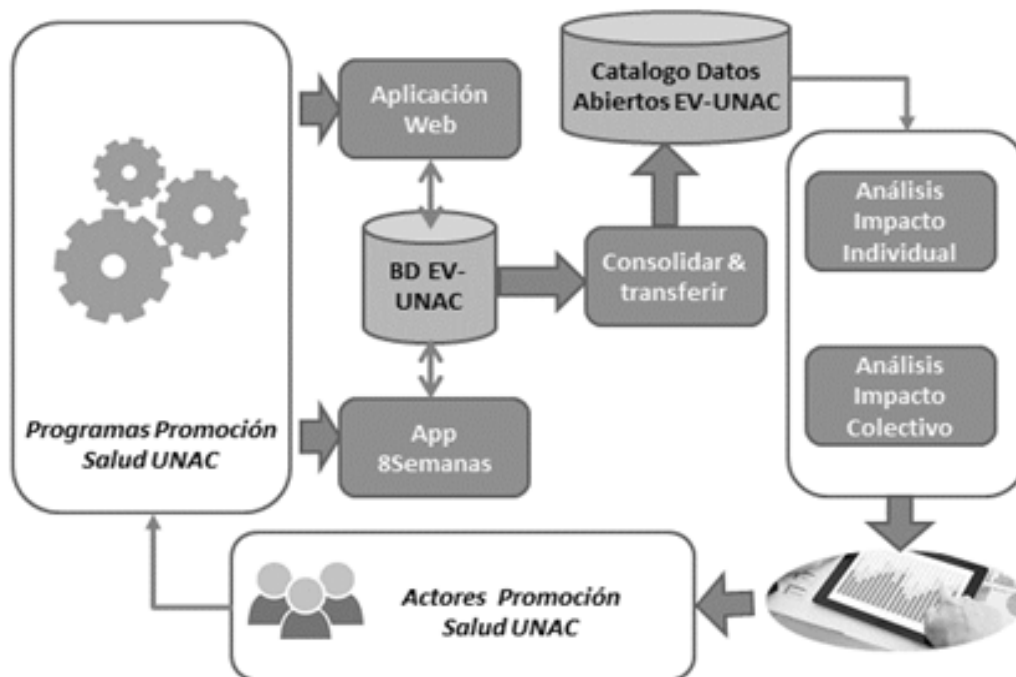


Figura 8. Modelo Conceptual de Catálogo de Datos Abiertos para Estilo de Vida – UNAC. Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que las acciones de promoción y prevención son soportadas por dos soluciones informáticas desde las cuales se va a alimentar el catálogo. Mientras que la aplicación web está orientada a apoyar el trabajo de un promotor de salud en su proceso de interacción con un participante en el contexto de una brigada de salud, la aplicación móvil está orientada a un trabajo individualizado e independiente de una persona que desea seguir un programa de estilo de vida con un seguimiento en el tiempo.

Estas dos aplicaciones tienen en común un diagnóstico del estilo de vida del participante. El perfil individual del estilo de vida de los participantes es almacenado en una base de datos (BD EV-UNAC). A partir de esta base de datos, se realizan procesos automáticos de consolidación y transferencia que permiten cargar los datos estandarizados, depurados y anonimizados en el catálogo de datos abiertos EV-UNAC. Los datos abiertos quedan entonces disponibles para ser accedidos y descargados por el público en general o se pueden desarrollar aplicaciones específicas para realizar diversos análisis.

Vale la pena destacar el papel que los diferentes actores de promoción de salud (investigadores de salud, estudiantes de la facultad de salud, ingenieros, administradores, entre otros) deben jugar para dinamizar y hacer realidad esta propuesta. De una parte, gestionando, diseñando y llevando a cabo los programas de promoción de salud y, de otra parte, utilizando las evidencias generadas, como parte de la dinámica del proceso de investigación y mejora permanente.



## CONCLUSIONES

Se ha presentado en este trabajo una experiencia de la manera como una institución de educación superior ha realizado acciones para identificar y publicar datos abiertos con respecto al perfil del estilo de vida de la población en el marco de las brigadas de promoción de salud que se realizan. Estos resultados representan un primer paso que necesariamente debe seguir fortaleciéndose y madurando tanto a nivel interno, como a nivel externo.

A nivel interno, se debe trabajar para fomentar una cultura alrededor del uso de datos abiertos en la comunidad de docentes, investigadores y directivos para entender el uso potencial de los datos abiertos su acceso para toma de decisiones informadas, tal como lo identifica (Wilms, Stieglitz, Buchholz, Vogl, & Rudolph, 2018) we deal with the highly IS relevant topic of research data management (RDM).

A nivel externo, es necesario unificar los esfuerzos de promoción de salud generando alianzas entre diversas entidades de salud y creando un marco de intervenciones, en los que se promueve la investigación acción participativa, utilizando el enfoque de modelo de activos tal como lo propone (D'Agostino et al., 2018) o de redes de acción comunitaria, tal como lo propone (Gállego-Diéguez et al., 2016). Esto solo se alcanza pasando de enfoques asistenciales a enfoques de intervención focalizados, integrando los esfuerzos de atención primaria y salud (Calderwood & Sanchez, 2016), para analizar y entender de manera integral las problemáticas de salud de la comunidad y el impacto de las intervenciones a lo largo del tiempo.

A nivel operativo y de infraestructura, la meta es aprovechar y apalancar el esfuerzo de datos abiertos que a través del MINTIC ha realizado el país. Para tal propósito, es necesario que a nivel de las red de instituciones que



se configure, se fortalezca la figura de un observatorio de promoción y prevención de salud, bajo lo lineamiento establecidos por el Ministerio de Salud y Protección Social (MINSALUD, 2019), que lidere esta iniciativa y se haga responsable de la calidad y pertinencia de los datos que se publican en este tema, procurando que al final, estos esfuerzos de comunidades independientes puedan estar articuladas e integradas al ecosistema de los sistemas de información en salud.

## REFERENCIAS

- Alexopoulos, C., Spiliotopoulou, L., & Charalabidis, Y. (2013). Open data movement in Greece. PCI '13 Proceedings of the 17th Panhellenic Conference on Informatics, (January 2016), 279–286. <https://doi.org/10.1145/2491845.2491876>
- Amorim, R., Castro, J., & Da-Silva, J. (2015). New contributions in information systems and technologies. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 354, 1–12. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16528-8>
- Arboleda-Mazo, W. H., & Montoya-Munera, E. N. (2017). Planteamiento de Arquitectura Tecnológica para Datos Abiertos usando CKAN. (Instituto Antioqueño de Investigación, Ed.) (Primera). Medellín: Edgar Serna. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.2613961>
- Arboleda Mazo, W. H., & Anaya Hernandez, R. (2018). Un Acercamiento a datos abiertos en salud y su estado actual en Colombia. *Pensamiento Americano*, 11(21), 110–126.
- Arboleda Mazo, W. H., Rojas Medina, J., & Urango, O. (2016). Implementación de una Arquitectura Open Health Data para la Gestión y Consumo de Datos de Salud. *UNACIENCIA Revista de Estudios E Investigaciones*, 8(15), 27–35.
- Bonina, C. (2015). Cocreación, innovación y datos abiertos en ciudades de América Latina: lecciones de Buenos Aires, Ciudad de México y Montevideo. Surrey.
- Calderwood, L., & Sanchez, C. (2016). Next Steps (formerly known as the Longitudinal Study of Young People in England). *Open Health Data*, 4, 2–4.
- Cofiño, R., Aviñó, D., Benedé, C. B., Botello, B., Cubillo, J., Morgan, A., ... Hernán, M. (2016). Promoción de la salud basada en activos: ¿cómo trabajar con esta perspectiva en intervenciones locales? *Gaceta Sanitaria*, 30, 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2008.10.020>
- D'Agostino, M., Noah O., S., Sarol, M. J., de Cosio, F. G., Marti, M., Luo,

- T., ... Espinal, M. (2018). Open Data and Public Health. *Pan American Journal of Public Health*, 42, 1–8.
- DataPress. (2018). DataPress Data Beautiful Data Portals Made Easy. Retrieved July 12, 2018, from <https://datapress.com/>
- DKAN. (2018). DKAN Open Data Platform. Retrieved August 2, 2018, from <https://getdkan.org/>
- Franco, Á. (2012). Promoción de la salud (PS) en la globalidad. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 30(2), 193–201.
- Gállego-Diéguez, J., Traín, P. A., Azagra, C. B. B., Franco, M. B., Gracia, E. F., Sarrate, J. R. I., ... Urrutia, B. V. (2016). Las redes de experiencias de salud comunitaria como sistema de información en promoción de la salud: la trayectoria en Aragón. *Gaceta Sanitaria*, 30, Supple, 55–62. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.gaceta.2016.05.016>
- Greenberg, C. J., & Narang, S. (2016). World Health Organization Member States and Open Health Data : An Observational Study. *Epidemiology Biostatistics and Public Health*, 13(3), 1–9. <https://doi.org/10.2427/11950>
- Huijboom, Broek; Van Den, T. (2011). Open data: an international comparison of strategies. *Europea. J. ePractice*, 12, 1–13.
- Janssen, M., Charalabidis, Y., & Zuiderwijk, A. (2012). Benefits, Adoption Barriers and Myths of Open Data and Open Government. *Information Systems Management*, 258–268.
- JUNAR. (2018). The Junar Data Platform. Retrieved August 15, 2018, from <http://www.junar.com/>
- Ministerio de Industria Energía y Turismo. (2015). Plataformas de Publicación de Datos Abiertos. Madrid. Retrieved from <http://datos.gob.es/sites/default/files/informe-herramientas-publicacion.pdf>
- MINSALUD. (2019). Datos abiertos Ministerio de Salud y Protección Social. Retrieved July 7, 2019, from <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/datos-abiertos.aspx>
- MINTIC. (2016). Guía de Datos Abiertos. Bogotá, Colombia.
- ODC. (2019). Open Data Carter. Retrieved July 7, 2019, from <https://>

- opendatacharter.net/  
 OKF. (2018). CKAN, the world's leading Open Source data portal platform. Retrieved July 7, 2018, from <https://ckan.org/>
- OpenDataSoft. (2018). OpenDataSoft Next Generation Data Sharing. Retrieved July 7, 2018, from <https://www.opendatasoft.com/>
- Paredes-carbonell, J. J., Peiró-pérez, R., & Morgana, A. (2016). Promoting good practice in health promotion in Spain : the potential role of a new agency. *Gaceta Sanitaria*, 30, 19–24. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2016.07.005>
- Pasarín, María Isabel; Forcada Carme; Montaner, Isabel; De Peray, Josep; Gofin, J. (2010). Salud comunitaria: una integración de las competencias de atención primaria y de salud comunitaria : una integración pública . Informe SESPAS 2010. *Gaceta Sanitaria*, 24(Suppl 1), 23–27. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2010.06.007>
- Perkmann, Markus ; Schildt, H. (2015). Open data partnerships between firms and universities: The role of boundary organizations. *Research Policy*, 44(5), 1133–1143. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.12.006>
- Rivillas, J. C., Montaña Caicedo, J. I., Cuéllar Segura, C. M., & Ospina, M. L. (2013). Registros, observatorios y sistemas de seguimiento en salud en Colombia: Orientación de políticas basadas en la evidencia y gestión del conocimiento. *Monitor Estratégico - Superintendencia Nacional de Salud*, (4), 56–62.
- Sollazzo, G., & Miller, D. (2017). *Open Data in the Health Sector Users, Stories, Products and Recommendations*. London.
- Taylor, Jane; O'Hara, Lily; Barnes, M. (2014). Health Promotion: A Critical Salutogenic Science. *International Journal of Social Work and Human Services Practice*, 2(6), 283–290. <https://doi.org/10.13189/ijrh.2014.020612>
- Tyler Technologies. (2018). Socrata Open Data Catalog. Retrieved July 7, 2018, from <https://socrata.com/>
- WHO. (2019). Global Health Observatory Data Repository. Retrieved July

7, 2019, from <https://www.who.int/gho/en/>

Wilms, K., Stieglitz, S., Buchholz, A., Vogl, R., & Rudolph, D. (2018). Do Researchers Dream of Research Data Management? Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences, (January), 4411–4420. <https://doi.org/10.24251/hicss.2018.556>

Winn, J. (2013). Open data and the Academy: An Evaluation of CKAN for Research Data Management. Lincoln, United Kingdom. Retrieved from <http://eprints.lincoln.ac.uk/9778>

# UNA PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO EN EL ANÁLISIS, EXPORTACIÓN Y DISEMINACIÓN DE IONOGRAMAS DIGITALES DESDE LA SONDA IPS-42\*

**Jaime Blanco López<sup>1</sup>, Walter Hugo Arboleda Mazo<sup>2</sup>,  
Rodrigo Leiva Diaz<sup>3</sup>, Moisés Isrrael Resabala Moreira<sup>4</sup>**

## Resumen

Este capítulo presenta el desarrollo de una aplicación web en Python y JavaScript, como propuesta para mejorar el acceso al componente de análisis de ionogramas de la sonda IPS-42 llamado DIGION, sistema realizado por la Universidad de Auckland como un sistema monousuario desarrollado en lenguaje C, para lo cual se realizó un análisis del DIGION, explicándose su arquitectura y cómo están construidos actualmente los

\*Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado "Mejoramiento en el análisis, exportación y diseminación de ionogramas digitales a un repositorio de datos científicos abiertos desde la sonda IPS-42", financiado por la Corporación Universitaria Adventista en Colombia y la Universidad Adventista de Chile

1 Doctor en Ciencias de la Computación, Magíster en Ciencias de la Computación, Licenciado en Computación, Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A, Facultad de Ingeniería, Ingeniería de Sistemas, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: jaime.blanco@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4714-8662>

2 Estudiante de Doctorado en Filosofía en Tecnología de la Información, Magíster en Ingeniería, Especialista en Teleinformática, Ingeniero de Sistemas. Investigador, Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A, Facultad de Ingeniería, Ingeniería de Sistemas, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: warboleda@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4937-5359>

3 Magíster en Ciencias de la Computación, Ingeniero en electrónica y telecomunicaciones, Facultad de Ingeniería y Negocios, Universidad Adventista de Chile. Correo electrónico: rodrigoleiva@unach.cl Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9231-8064>

4 Ingeniero de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Ingeniería de Sistemas, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: miresabala@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2382-8623>

componentes del módulo de análisis DIGION y el módulo de gestión de los datos GETION, analizándose su modelo de datos para el almacenamiento, procesamiento y análisis de ionogramas mediante un estudio de ingeniería inversa. Particularmente, para facilitar el consumo de datos ionosféricos desde cualquier parte del mundo se propone también la creación de un repositorio de datos científicos en DSpace, generándose un impacto positivo en la comunidad de científicos de datos, pues podrían de esta forma consumir, acceder y analizar datos de la sonda IPS-42.

**Palabras clave:** ionósfera, ionosonda IPS-42, aplicación web, catálogo de datos, análisis de datos ionosféricos.

## Abstract

This chapter presents the development of a web application in Python and JavaScript, as a proposal to improve the access to the ionogram analysis component of the IPS-42 ionosonde called DIGION, a system developed by the University of Auckland as a single-user system and developed in C language, for reason was carried out an analysis to explaining its architecture and how the analysis module DIGION and the GETION data management module are currently built, analyzing their data model for storage, processing, and analysis of ionograms using a reverse engineering study. Particularly, to facilitate the consumption of ionospheric data from anywhere in the world, in addition, is also propose the creation of a repository of scientific data in DSpace generating a positive impact in the data scientists community, because they could consume, access, and analyze data from the IPS-42 ionosonde.

**Key words:** ionosphere, IPS-42 ionosonde, web application, data catalog, ionospheric data analysis.

## INTRODUCCIÓN

La ionosfera es una de las capas de la atmósfera superior de nuestro planeta, se caracteriza por su actividad solar y geomagnética, extendiéndose desde los 80 km a 500 km de altitud e influyendo directamente en las telecomunicaciones modernas, afectando la propagación de señales electromagnéticas (Rejtek et al., 2019). Dicho comportamiento y mediciones cambian según la ubicación geográfica en la tierra, con respecto a la latitud, la longitud, la estación del año, el mes, el día y la hora (Phani Kumar et al., 2009).

Además, la ionosonda IPS-42 permite detectar la cantidad de electrones por centímetro cúbico, midiendo la densidad de electrones ionizados en las capas superiores de la ionosfera (Bór et al., 2020), facilitando a los científicos la visualización de los datos de las mediciones, mediante gráficos llamados ionogramas. Lo que hace trascendental para la comunidad de científicos a nivel internacional tener acceso a los datos ionosféricos de diferentes estaciones de observación.

Lo anterior, facilita el estudio y análisis de otros fenómenos relacionados con este dominio, como lo son las predicciones climatológicas (Wilkinson et al., 2018) para apoyar las comunicaciones de alta frecuencia con el Reino Unido. Se reconoció rápidamente que, para ser efectivo, dicho servicio también debía brindar asesoramiento cuando las tormentas ionosféricas impidieran que se llevaran a cabo las comunicaciones de alta frecuencia. Con la llegada del Año Geofísico Internacional (IGY, en inglés) y la llegada de los períodos de mayor radiación solar en el año (Adeniyi et al., 2009), se encuentra Nigeria (longitud 4.57°E, latitud 8.53°N, inclinación magnética 4.1°S), lo que justifica la necesidad de adaptar estos procesos de visualización a las últimas tecnologías de desarrollo web, permitiendo un acceso más sencillo para la comunidad científica desde cualquier



ubicación (Pietrella et al., 2017).

Precisamente, la propuesta favorece el acceso a los datos desde la sonda IPS-42, mediante el uso de una aplicación web que puedan ser accedida desde cualquier parte del mundo, así como el acceso a los datos desde un repositorio digital que facilite el uso, consulta y análisis constante de los datos ionosféricos, como ocurre en otras áreas de la ciencia como salud, donde el gobierno ayuda a que la comunidad tenga acceso a los datos (Arboleda Mazo & Anaya Hernandez, 2018).

A continuación, se explica la actual arquitectura que tiene el software monousuario original usado por la sonda IPS-42, describiéndose sus componentes GETION y DIGION usados para el análisis y captura de datos como muestran la figura 3 y la figura 4.

## DESAROLLO

### **Arquitectura del sistema de información para el manejo de señales procedentes de la ionosonda IPS-42**

El software para el procesamiento de datos de la ionósfera de la ionosonda IPS-42, es utilizado para estudiar el comportamiento de la ionósfera, y está compuesto por los componentes GETION y DIGION (Titheridge, 2019a) los cuales funcionan sobre sistemas operativos de 32 bits: El componente de software GETION permite el procesamiento y almacenamiento de archivos de ionogramas, los cuales son generados en las observaciones. El componente DIGION permite la visualización y análisis de archivos de ionogramas como muestra la figura 1, los cuales fueron procesados y almacenados por el componente GETION (Titheridge, 1994).

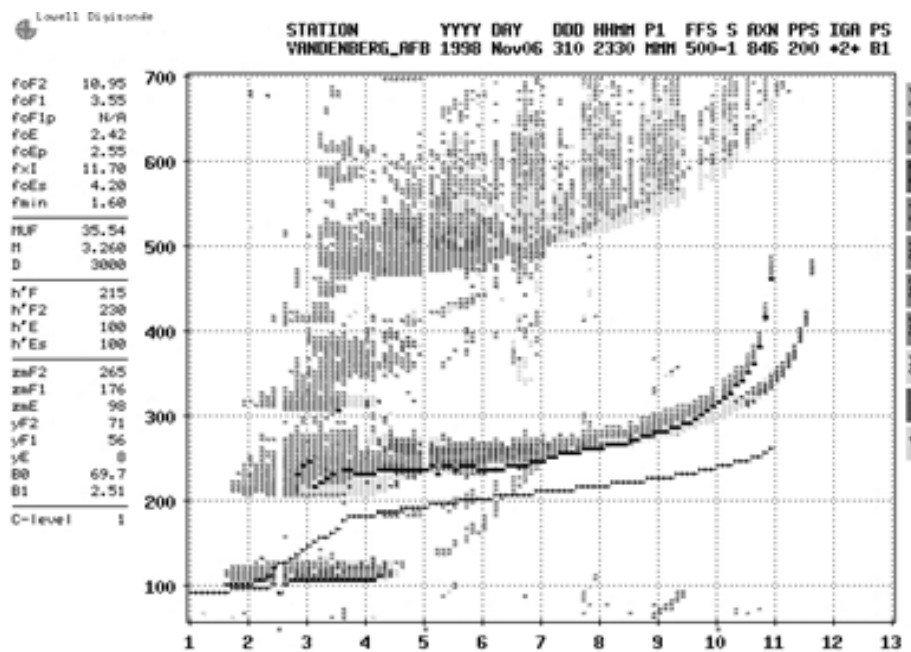


Figura 1. Visualización de resultados usando el DIGION. Fuente: (NOAA, 1998)

La Figura 2 ilustra la configuración de la sonda IPS-42, que se compone de una antena delta encargada de la generación y recepción de señales, como se detalló previamente (Baraona Mendoza et al., 2017). La detección de las variaciones en la densidad eléctrica de la ionosfera se lleva a cabo mediante la observación de los ionogramas, tal como se describe en Patra et al. (2012). La conexión entre el radar ionosonda IPS-42 se establece mediante un enlace serial RS-485 con la computadora, conectando así los componentes GETION y DIGION, como se detalla en Titheridge (2019b).

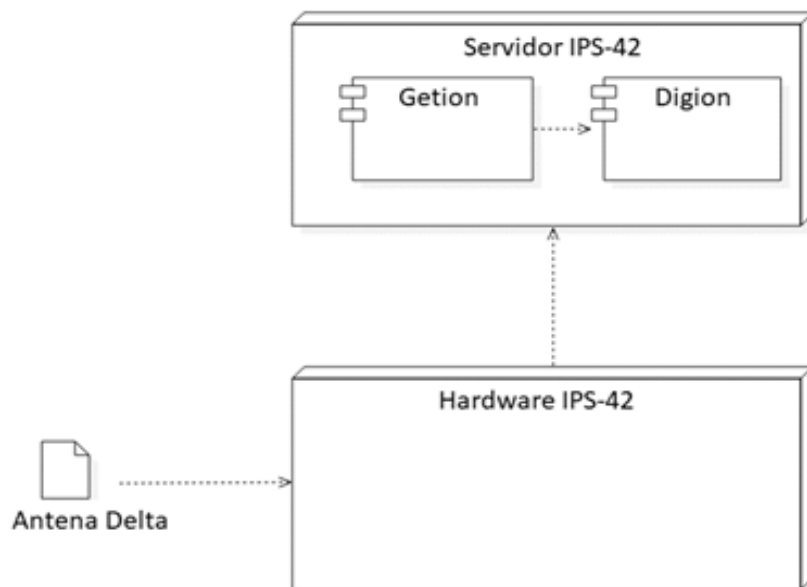


Figura 2. Arquitectura del sistema IPS-42. Fuente: Propia autoría

## ANTECEDENTES

### Artefactos del componente GETION

Como muestra la figura 3 el componente GETION está compuesta por siete artefactos: `getion.c`, `time.c`, `signal.c`, `control.c`, `disk.c`, `savcom.c` y `scan.c`.

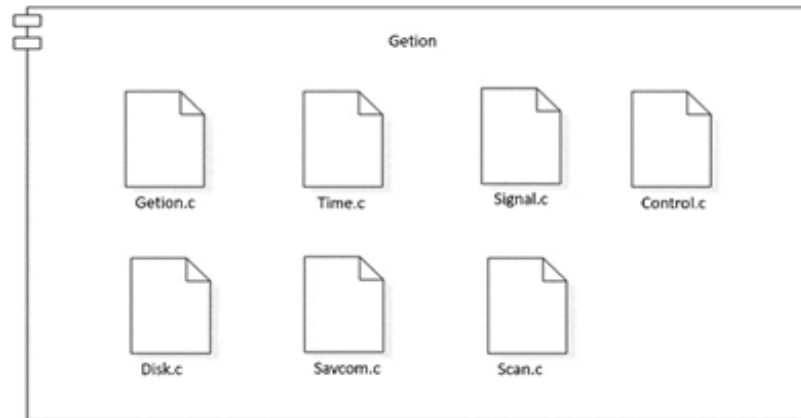


Figura 3. Artefactos del componente GETION. Fuente: Propia autoría

Los cuales son usados para procesar la información de las señales y colocarlas en un formato abierto para ser utilizadas posteriormente en el estudio de irregularidades (Patra et al., 2009)

### Artefactos del componente DIGION

El componente DIGION es usado para manipular la información de las señales para graficar, exportar y desplegar los datos, como muestra la figura 4 este tiene los artefactos getion.c, time.c, signal.c, control.c, disk.c, savcom.c y scan.c.

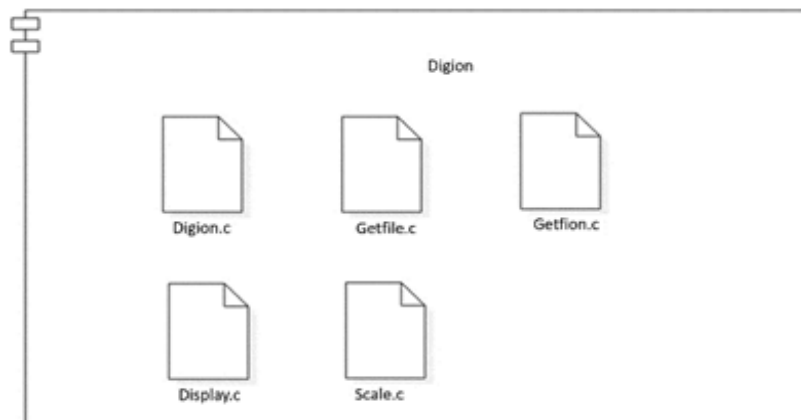


Figura 4. Artefactos del componente DIGION. Fuente: Propia autoría

Además, en el caso del componente DIGION, este tiene archivos adicionales con algunos propósitos específicos: DigNum es usado para cambiar el número de estación en los archivos, el fixion es usado para encontrar encabezados válidos en un archivo y escribir un nuevo archivo, el listion sirve para listar los ionogramas en un archivo.

## **Análisis del formato utilizado en los archivos generados por el sistema sonda IPS-42 que recibe las señales del radar**

### **Estructura de datos y variables del archivo DigNum.c**

Para iniciar, el archivo DigNum tiene una estructura compuesta por la estructura de datos fhead que permite definir el encabezado de cada archivo diario generado en la muestra:

#### **Estructura de datos del archivo DigNum.c**

```
struct fhead { // HEADER for each daily file:
    int  fnum;    // Total Number of ionograms in file.
    long fsize;  // Total file size in bytes.
    byte fsite;  // Station: 0,1=Ackld, 2=Chch,...
    byte fofset; // Pixel offset to use for this data file.
    int  fyear;  // Year of file (year is not recorded with
    byte fmonth; //           individual ionograms).
    byte fday;
    byte fhour;  // Date = last file modification date.
    byte fminute;
    byte fsecond;

    byte fflags; // Various flags - see FILE.H, IONO.H.
```

#### **variables del archivo DigNum.c**

el archivo está compuesto de las variables:

```
struct fhead fp;
FILE *ptr;
char c, *dname;
char aday[2], datfile[30], getfile[33];
int  nodat=0, dsite, dyear, insite, newsite=0; // "dignum name newsite"
int  maxsite=9, day=1, nf, ntotl, bofset, fofset=0, offset=0; // ntotl=total# ionogs
int  numsite[] = {0,1,2,3, 24,13,11,16, 0}; // = Ak,Ak,Ch,-, PM,Va,Mu,Ma,x
char *station[] = {"(UNKNOWN I.D. #)", "AUCKLAND, N.Z. ", //0, 1
    "CHRISTCHURCH NZ.", " (Site 3 blank) ", "PORT MORESBY PNG", //2,3,4
    "VANIMO, Indones.", "MUNDARING Aust.", "MACQUARIE Island", //5,6,7
    " (Site 8 blank) ", " (Site 9 blank) " }; //8, 9
```

```
char *dy[] = { "01","02","03","04","05","06","07","08","09","10",
              "11","12","13","14","15","16","17","18","19","20",
              "21","22","23","24","25","26","27","28","29","30","31" };
```

## Estructura de datos y variables del archivo fixion.c

La función del fixion.c es generar archivos con lecturas de todo el mes integrando las lecturas diarias en un solo archivo, validando los encabezados de los archivos diarios y validando el formato de sus ionogramas, generándose un archivo de datos que cumple con la siguiente sintaxis de la siguiente función:

Strlen(datfile, drive, dir, name, ext)

Para la creación y procesamiento del archivo se utilizan la siguiente estructura de datos y las siguientes variables:

## Estructura de datos del archivo fixion.c

```
struct filhead { //Header at start of each file, on disk
  int fnum; long fsize; // #Ionogs; File size(bytes)
  byte fsite, fofset; // Station: 0,1=Ackld,2=Chch
  int fyear; //Year(not stored w ionogs)
  byte fmon,fday, fhour,fmin,fsec, flg; };
variables del archivo fixion.c
struct filhead fp;
FILE *ptr, *pth, *pto, *ptx; //=> filin,header,filout,scanfix
byte lhr=0, zmon,zdy,zhr=0,zmin=0, zflg=9; //z.. = header checks
byte Fl,dy, ip[15], ib[47]; long posn; //head,seek buffers; header posn
int i,j,k, p, day=0, badin=0, zht=64, zyr;
int out=0, nexhed, size=0, blocks=0; //block= #(16-B) read
int inum,lnum=-1, snum=20, ntotl, tnum=0, tnew=0;
char datfile[30], newfile[15]="n";
char drive[3], dir[66], name[9], ext[5];
char *month[] = { "Jan", "Feb", "Mar", "Apr", "May", "Jun",
                 "Jul", "Aug", "Sep", "Oct", "Nov", "Dec" };
```

## Estructura de datos y variables del archivo listion.c

La función del archivo listion.c es mostrar un listado de los bytes de cada archivo de ionogramas, para ello usa las estructuras de datos filhead y ionhead permitiendo la unión:

```
struct filhead {          //Header at the beginning of each file, on disk..
  int  fnum;              // Total Number of ionograms in file.
  long fsize;             // Total file size, in bytes
  byte fsite, fofset;     //Station: 0,1=AckId, 2=Chch
  int  fyear;             //Year (not stored w ionogs)
  byte fmon, fday;        //Date file is last modified
  byte fhour, fmin, fsec; //Time of last modification.
  byte fflags; };

struct ionhead {         //Header for each stored ionogram.....
  byte n1,n2, l1,l2, r1,r2; //Two-byte inum, lcol, rcol.
  byte h1,h2, s1,s2;       //2-byte ht, size(blocks of 16 bytes)
  byte mon,day, hr,min,sec; //Date, time that ionogram was recorded
  byte flg; };
```

A continuación, se aborda la propuesta de repositorio de datos abiertos ionográficos, además se menciona la importancia de los catálogos de datos abiertos para la comunidad científica.

## Plataformas open source para la creación de catálogo de datos científicos

En la actualidad existen varios tipos de repositorios de datos abiertos open source, más adelante, se describen las características de estos catálogos de datos usados a nivel internacional como son: CKAN (CKAN, 2019), Magda (CSIRO, 2019) (data.gov.au, 2019) y DSpace (Duraspace, 2019b), mostrándose además de sus características técnicas, los proyectos que hacen uso de estos.

## Arquitectura y uso de CKAN

CKAN es usado por el catálogo de datos abiertos de los Estados Unidos de América, centralizándose en él información de diferentes entidades gubernamentales y estatales relacionadas con clima, educación, salud,

gobierno, energía, ciencias de la tierra (Arboleda Mazo & Montoya, 2017) como muestra la figura 5.



Figura 5. Catálogo de datos ionosféricos en CKAN. Fuente: (data.gov.au, 2019)

## Arquitectura y uso de Magda

Magda es un catálogo de datos federado desarrollado para la gestión de datos en el montaje de infraestructuras de Big Data y Small Data desarrollado en Australia como muestra la figura 6, siendo utilizado por el catálogo de datos públicos de Australia para facilitar la creación de infraestructuras de datos, para los procesos de federación de catálogos, descubrimiento de información, previsualización y personalización de metadatos.





Figura 6. Catálogo de datos ionosféricos en Magda. Fuente: (CSIRO, 2019)

Está diseñado como un conjunto de microservicios como se muestra en la figura 7, lo que permite el mejoramiento de su desempeño en la gestión de los conjuntos de datos, para lo cual usa Kubernetes permitiendo además la integración de la autenticación de usuarios con Google, Facebook, CKAN y ESRI.

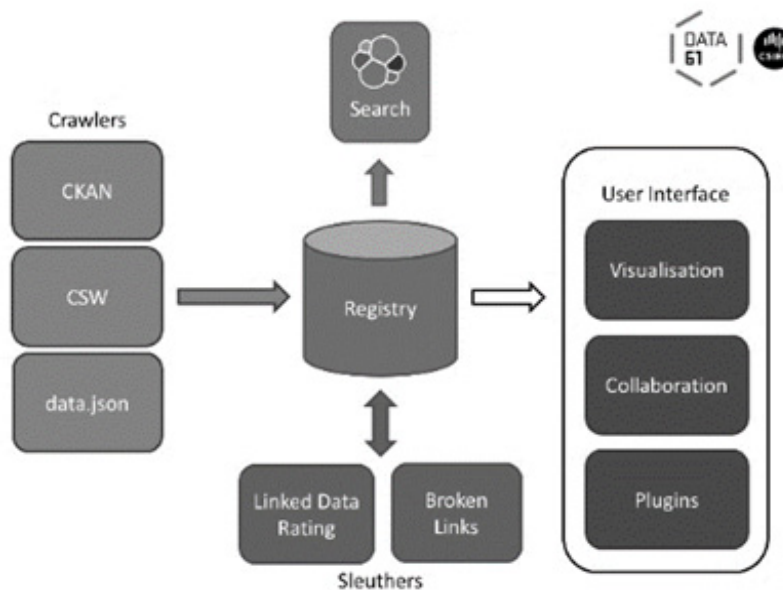


Figura 7. Arquitectura de Magda. Fuente: (CSIRO, 2019)

## Arquitectura de DSpace

DSpace es una aplicación web que permite: cargado, gestión, publicación, preservación y consulta de conjuntos de datos abiertos a los usuarios finales. La figura 8 muestra sus componentes arquitectónicos, entre los componentes más usados se tiene:

Capa de aplicación: herramientas estadísticas de uso de los datos abiertos, interfaz web para el usuario final y la funcionalidad del protocolo OAI-PMH para la federación y recolección de metadatos.

Capa de lógica de negocio: servidor de handles para identificación de datos abiertos representado en los archivos de ionogramas, módulo de configuración del acceso en las búsquedas, módulo de administrador del sistema y módulo encargado de subir datos abiertos al sistema.

Capa de almacenamiento: la persistencia es manejada mediante los manejadores de datos PostgreSQL y ORACLE, según sea la necesidad de la arquitectura a implementar.

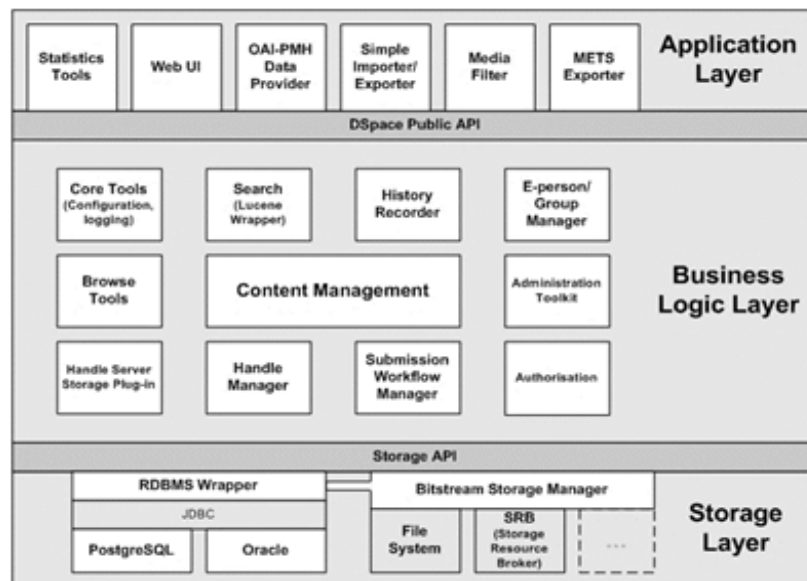


Figura 8. Arquitectura de DSpace, Fuente: (Duraspace, 2019b)

Dicho repositorio ha sido usado para la creación de la red distribuida Latin American Giant Observatory (LAGO), como herramienta para prestar los servicios de accesibilidad y reproductibilidad de datos sobre clima espacial y radiación atmosférica, mediante la creación de un red de repositorios, proyecto realizado por el Laboratorio de Detección de Partículas y Radiación , Centro Atómico Bariloche & Instituto Balseiro de Bariloche Argentina, Escuela de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Santander Colombia y El Departamento de Física de la Universidad de los Andes, Venezuela, usando detectores de agua Cherenkov para la detección de rayos gamma(Torres, Nuñez, & Torréns, 2011).

## METODOLOGÍA

En esta investigación cualitativa se consultaron recursos científicos de bases de datos entre las cuales se encuentran: EBSCO Host, Google Scholar, ProQuest, SciELO, BASE, DOAJ Y Redalyc, así como recursos de organizaciones científicas dedicadas a la ciencia abierta.

La metodología usada para el desarrollo del proyecto utilizó las siguientes fases:

### **Análisis del módulo de visualización de la sonda IPS-42**

Se realizó un proceso de ingeniería inversa, verificándose la forma como fue desarrollado cada uno de los componentes del módulo del DIGION.

### **Análisis y desarrollo del nuevo módulo de visualización web**

Se realizó el análisis, desarrollo del frontend y backend del módulo propuesto para permitir el acceso a las visualizaciones de ionogramas a los científicos de forma remota.

## **Análisis y revisión de catálogos de datos abiertos**

Se revisaron los diferentes catálogos de datos abiertos open source que están siendo utilizados por la comunidad científica a nivel internacional, realizándose la selección de DSpace como catálogo y SWS (Space Weather Services), como formato de metadatos a usar en la propuesta de catálogo de datos ionográficos.

## **RESULTADOS**

### **Propuesta para la mejora del sistema de información de escritorio mejoramiento en el análisis desde la sonda IPS-42**

La siguiente sección aborda los aspectos técnicos asociados al desarrollo y componentes de la aplicación web, proponiendo la creación de una aplicación web que permita el acceso de los datos de forma remota a diferencia de la actualidad, en la cual para tener el acceso a los datos desde la sonda IPS-42 se debe estar usando el software de forma local.

De esta forma, para mejorar el sistema se ha optado por llevar este proyecto a otro nivel que mejore su arquitectura y acceso. Para lo cual se planteó la siguiente pregunta:

### **¿Qué herramientas tecnológicas y lenguaje de programación utilizar para construir un componente de visualización de ionogramas web?**

Para llegar a esta respuesta se realizó el análisis de los componentes y código fuente descrito anteriormente, tomándose la decisión de hacer una aplicación web, desarrollada con las siguientes herramientas, lenguajes y frameworks de desarrollo.

Dado que el sistema anterior se ejecuta usando el sistema operativo DOS y está basado en C se buscó un lenguaje sucesor de este mismo, como lo es Javascript como lenguaje de programación para hacer las operaciones y trabajar del lado del cliente, seguido por Python para trabajar con el servidor y unir la lógica del framework Flask que se utilizó para hacer el despliegue del nuevo sistema a un servidor web Apache Tomcat.

Las características de estos son las siguientes:

**JavaScript:** Es un lenguaje de programación usado en desarrollo web y móvil para el desarrollo de la interfaz de usuario, permitiendo crear páginas web dinámicas y atractivas, este fue utilizado para el desarrollo del frontend de la aplicación.

**Framework Flask:** Es un framework web usado para el desarrollo de aplicaciones en Python, este agrega programación versátil multiplataforma y multiparadigma, siendo utilizado para el desarrollo del backend de la aplicación.

**Apache Tomcat:** la aplicación web fue desplegada en un servidor Apache Tomcat, el cual sirvió como contenedor de la aplicación para ofrecer acceso al módulo de visualización de ionogramas.

### **Estructura del sistema de información web para el análisis de datos ionográficos desde la sonda IPS-42**

Al módulo creado se le ha dado el nombre IonoappJs, este cuenta con 4 componentes importantes:

**Componente Ionograma:** Este guarda toda la información de los ionogramas en binario para ser utilizadas procesadas y graficadas, como muestra la figura 9.

| Nombre                             | Fecha de modifica... | Tipo       | Tamaño |
|------------------------------------|----------------------|------------|--------|
| <input type="checkbox"/> AUG118.01 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 01 | 198 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.02 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 02 | 197 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.03 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 03 | 197 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.04 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 04 | 201 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.05 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 05 | 207 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.06 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 06 | 201 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.07 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 07 | 187 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.08 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 08 | 195 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.09 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 09 | 201 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.10 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 10 | 188 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.11 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 11 | 197 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.12 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 12 | 193 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.13 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 13 | 194 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.14 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 14 | 189 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.15 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 15 | 201 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.16 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 16 | 223 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.17 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 17 | 209 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.18 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 18 | 205 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.20 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 20 | 217 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.21 | 19/11/2019 8:20      | Archivo 21 | 206 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.22 | 19/11/2019 8:19      | Archivo 22 | 206 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.23 | 19/11/2019 8:19      | Archivo 23 | 203 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.24 | 19/11/2019 8:19      | Archivo 24 | 205 KB |
| <input type="checkbox"/> AUG118.25 | 19/11/2019 8:19      | Archivo 25 | 203 KB |

Figura 9. Componente Ionograma

**Componente Main:** En este se encuentra alojado el código de las operaciones realizadas en el lado del cliente utilizando JavaScript como lenguaje de programación, como muestra la figura 10.

```

Go Run Terminal Help main.js - Visual Studio Code
main.js x Extensions Python app.py
C:\Users\MosesR\Documents\Nueva carpeta > semestre 8 > Proyecto de grado 1 > flask > ionogramas > static > js > # main.js > ...
1 var oReq = new XMLHttpRequest();
2 var archivo = document.getElementsByName("archivo")[0].value;
3 var iono = document.getElementsByName("iono")[0].value;
4 oReq.open("GET", "/api/h/archivo/" + archivo, true);
5 oReq.responseType = "arraybuffer";
6
7 var labf = ["1.4", "2.0", "2.8", "4.0", "5.0", "8.0", "11.3", "16 Hz."];
8 var labh = ["100", "200", "300", "400", "500", "600", "700", "kw."];
9 var mask = 0x00;
10 var xmin = 40;
11 var xmax = 616;
12 var ymax = 478;
13 var anchoVentana = 650;
14 var altoVentana = 500;
15
16 var fnum, fsize, fsite, fofset, fyear, fmonth, fday, fhour, fminute, fsecond, fflags;
17 var inum, lrcol, ircol, iheight, isize, imonth, iday, ihour, iminute, isecound, iflags;
18 var data;
19
20 var xp, yp, sh, ht, ytop, ymin;
21
22 var arraybuffer;
23
24 var c = document.getElementById("myCanvas");
25 var ctx = c.getContext("2d");
26
27 oReq.onload = function (oEvent) {
28     arraybuffer = oReq.response; // Note: not oReq.responseText
29     if (arraybuffer) {
30         leeYdibuja();
31     }
32 }
33

```

Figura 10. Fragmento del código del Main

**Componente Templates:** En este se aloja la parte del frontend en html que muestra los ionogramas al usuario, como se aprecia en la figura 11.

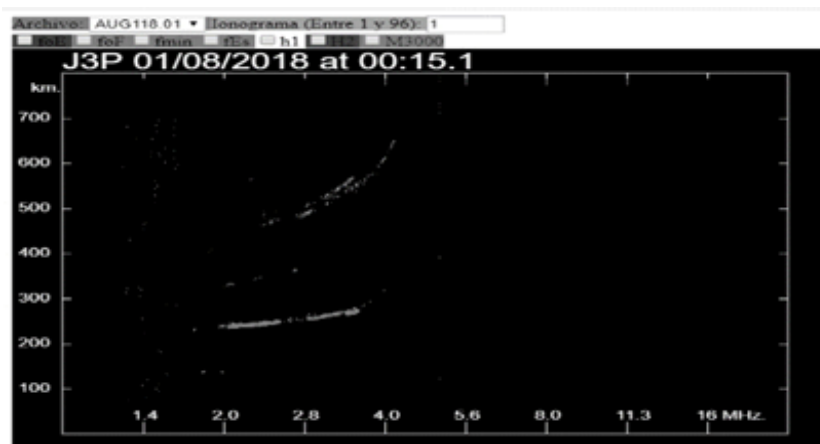


Figura 11. Vista de ionogramas

**Componente App.py:** En él se aloja la parte del desarrollo en Python usando el framework Flask para trabajar del lado del servidor y permitir el despliegue en Apache Tomcat, como muestra la figura 12; en este se lanzan los métodos get y post para poder graficar el ionograma en el servidor.

```
File Edit Selection View Go Run Terminal Help
JS main.js Extension: Python
C:\Users\Moises.R\Documents> Nueva carpeta >
1 from flask import Flask, render_templ
2 import os
3
4 app = Flask(__name__)
5 app.secret_key = "Ionogramas Unach"
6 path = os.path.join(os.path.dirname(__file__), "static")
7
8 @app.route('/', methods=['GET', 'POST'])
9 def index():
10     files = []
11
12     iono = 1
13     max_iono = 96
14     archivo = "AUG18.01"
15
16     # Recorrer directorios, f = files
17     for p, d, f in os.walk(path):
18         f.sort()
19         for file in f:
20             files.append(file)
21         break
22
23     return render_template("index.html", iono=iono, files=files)
24
25 @app.route('/api/b', methods=['GET'])
26 def array():
27     archivo = request.args.get('archivo')
28
29     with open(os.path.join(path, archivo), 'r') as f:
30         data = f.read()
31     return data
```

Figura 12. Parte del código del backend.

Finalmente, para el desarrollo se usó una programación más orientada a objetos, usando nuevas tecnologías, lo que además de facilitar el mantenimiento del módulo web de visualización de ionogramas, permite tener acceso a estos desde cualquier lugar usando la Internet.

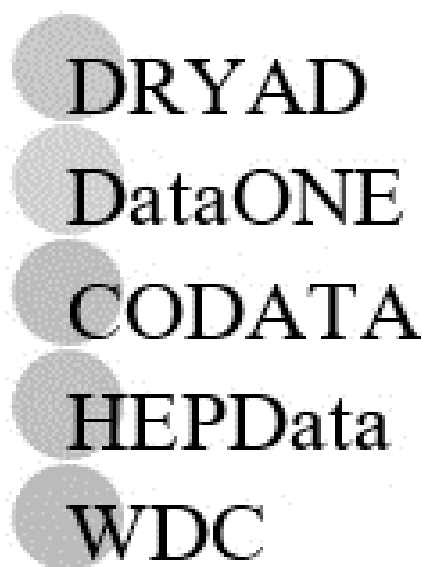
A continuación, se avanza en la selección del catálogo de datos abiertos y en el tipo de metadatos a usar en este, así como se mencionan algunos repositorios de datos usados en ciencias de la tierra.

### **Propuesta de catálogo de datos abiertos ionográficos**

La figura 13 muestra algunos repositorios de datos abiertos de la tierra y el ambiente existentes en la actualidad como, DRYAD (DRYAD, 2019) y DataONE (DataONE, 2019) los cuales federan varios nodos o repositorios de diversas instituciones de investigación, permitiendo que los datos puedan ser usados por los científicos para publicar, consultar y usar datos científicos, movimiento apoyado por the Committee on Data of the International Council for Science (ICSU) conocido también como CODATA, donde se trabaja por la promoción de principios, políticas, prácticas en datos abiertos y ciencia abierta(CODATA, 2019).

Es así como en Australia existe el World Data Centre (WDC, 2019) el cual permite la descarga y consulta de datos ionosféricos y rayos cósmicos, HEPDATA (HEPData, 2019) el cual es un repositorio para la búsqueda de datos y publicación asociados al LHC. Pero también existen catálogos como re3data (re3data, 2019) con una finalidad más genérica en cuanto a repositorios de datos, recolectando datos científicos de diversas disciplinas.





*Figura 13.* Repositorios de datos abiertos de la tierra y el ambiente.  
Fuente: Propia autoría.

Lo anterior permite entender la viabilidad de la creación de un repositorio de datos científicos en DSpace, siendo esta la plataforma más usada para compartir datos científicos a nivel internacional, y que permita de esta forma el acceso abierto a ionogramas facilitando a los científicos el acceso a los datos, sin necesidad de crear una costosa infraestructura para captura directa de ionogramas desde la ionosfera.

### **Propuesta para los metadatos del catálogo de datos científicos ionográficos**

Se propone el uso del formato de metadatos Space Weather Services(SWS), el cual fue desarrollado basado en el modelo de datos SPACE(The Space Physics Archive Search and Extract)(WDC, 2017). La figura 14 muestra el contenido de un archivo de ionograma en formato .xml asociado a los datos de una ionosonda (NOAA, 2014)



Tabla 2.  
*información de los ionogramas. Fuente:(WDC, 2017)*

| Field     | Size    | Example/Format |
|-----------|---------|----------------|
| ID        | 1 byte  |                |
| SITE      | 3 bytes |                |
| DATE      | 8 bytes | YYYYMMDD       |
| TIME      | 6 bytes | HHMMSS         |
| SONDE     | 4 bytes | Sdf_           |
| MODE      | 1 byte  | O, X, M, S     |
| PROCESS   | 1 bytes | f, 8, 1        |
| NUM_CHANs | 4 bytes |                |
| SPARE     | 4 bytes |                |

El mini encabezado tiene los siguientes campos:

Tabla 3: *información del mini encabezado de la lectura realizada por la sonda. Fuente: (WDC, 2017)*

| Field   | Size |
|---------|------|
| FREQ    | 2b   |
| REG_NUM | 2b   |
| MEDIAN  | 1b   |
| MAX     | 1b   |
| HT_MAX  | 2b   |

## CONCLUSIONES

La actualización de los módulos del sistema de la sonda IPS-42 a las necesidades actuales que tienen los científicos de datos ionosféricos, permite generar un impacto positivo en la comunidad internacional, pues no solo se permite el acceso directo al análisis de los datos capturados por la sonda desde cualquier lugar; mediante la actualización de su software usando Python y JavaScript para la creación de una aplicación web. También es importante entender la necesidad de compartir los datos ionosféricos a otros científicos, disminuyendo costos de adquisición de la

sonda y la infraestructura asociada a esta, facilitando el análisis de datos a bajo costo y mejorando la toma de decisiones.

Se agradece a la Corporación Universitaria Adventista de Colombia y a la Universidad Adventista de Chile, su interés en aportar a la comunidad científica a nivel internacional mediante el apoyo al presente proyecto el cual busca mejorar el software existente de la sonda IPS-42, facilitando el análisis de datos y el acceso a conjuntos de datos, necesidad sentida de los científicos de datos ionosféricos.

## REFERENCIAS

- Adeniyi, J. O., Oladipo, O. A., Radicella, S. M., Adimula, I. A., & Olawepo, A. O. (2009). Analysis on 29 March 2006 eclipse effect on the ionosphere over Ilorin, Nigeria. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 114(11), 1–7. <https://doi.org/10.1029/2009JA014416>.
- Arboleda Mazo, W. H., & Anaya Hernandez, R. (2018). Un Acercamiento a datos abiertos en salud y su estado actual en Colombia. *Pensamiento Americano*, 11(21), 110–126.
- Arboleda Mazo, W.H, & Montoya, E. (2017) Planteamiento de arquitectura tecnológica para datos abiertos gubernamentales usando CKAN. <http://www.codata.org/https://universoabierto.org/2018/12/04/planteamiento-de-arquitectura-tecnologica-para-datos-abiertos-gubernamentales-usando-ckan/>
- Barona Mendoza, J. J., Quiroga Ruiz, C. F., & Pinedo Jaramillo, C. R. (2017). Implementation of an Electronic Ionosonde to Monitor the Earth's Ionosphere via a Projected Column through USRP. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 17(5). <https://doi.org/10.3390/s17050946>.
- Bór, J., Sători, G., Barta, V., Szabóné-André, K., Szendrői, J., Wesztergom, V., Bozóki, T., Buzás, A., & Koronczay, D. (2020). Measurements of atmospheric electricity in the Széchenyi István Geophysical Observatory, Hungary. *History of Geo- and Space Sciences*, 11(1), 53–70. <https://doi.org/10.5194/hgss-11-53-2020>.
- CKAN. (2019). Demo CKAN. <https://demo.ckan.org/>.
- CODATA. (2019). CODATA Committee on Data International Science Council. <http://www.codata.org/>.
- CSIRO. (2019). Magda an open-source software platform designed to assist in all areas of the data ecosystem. <https://magda.io/>.
- Data.gov.au. (2019). Open Data Australia. <https://search.data.gov.au/>.
- DataONE. (2019). DataONE Data Observation Network for Earth. <https://www.dataone.org/>.

- DRYAD. (2019). DRYAD. <https://datadryad.org/>.
- Duraspace. (2019a). DSpace a Turnkey Institutional Repository Application. <https://duraspace.org/dspace/download/>.
- Duraspace. (2019b). DSpace Architecture. <https://wiki.duraspace.org/display/DSDOC3x/Architecture>.
- HEPData. (2019). The Durham High-Energy Physics Database (HEPData). <https://www.hepdata.net/>.
- NOAA. (1998). National Centers for Environmental Information. <https://www.ngdc.noaa.gov/stp/iono/grams.html>.
- NOAA. (2014). Stations Information and data Catalog. <https://www.ngdc.noaa.gov/stp/IONO/iondata/>
- Patra, A. K., Chaitanya, P. P., & Bhattacharyya, A. (2012). On the nature of radar backscatter and 250 MHz scintillation linked with an intense daytime Es patch. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 117(3), 1–14. <https://doi.org/10.1029/2011JA016981>.
- Patra, A. K., Phanikumar, D. V., & Pant, T. K. (2009). Gadanki radar observations of F region field-aligned irregularities during June solstice of solar minimum: First results and preliminary analysis. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 114(12), 1–11. <https://doi.org/10.1029/2009JA014437>.
- Phani Kumar, D. V., Patra, A. K., Kwak, Y. S., Kim, K. H., & Yellaiah, G. (2009). Low latitude E-region irregularities studied using Gadanki radar, ionosonde and in situ measured electron density. *Astrophys Space Sci*, 225–233.
- Pietrella, M., Nava, B., Pezzopane, M., Migoya Orue, Y., Ippolito, A., & Scotto, C. (2017). NeQuick2 and IRI2012 models applied to mid and high latitudes, and the Antarctic ionosphere. *Antarctic Science*, 29(3), 265–276. <https://doi.org/10.1017/S0954102016000602>.
- re3data. (2019). re3data Registry of Research Data Repositories. <https://www.re3data.org/>.
- Rejfeek, L., Kouba, D., Mořna, Z., Knizová, P. K., Tran, P. T., & Dong, C. S. T. (2019). Passive ionospheric radar builds with USRP N210. *Journal*

- of Electrical Engineering, 70(2), 159–164. <https://doi.org/10.2478/jee-2019-0023>.
- Titheridge, J. E. (1994). Manual for the A.U. Digion System. Auckland. [https://www.sws.bom.gov.au/IPSHosted/INAG/files/4b24d\\_digion\\_manual.pdf](https://www.sws.bom.gov.au/IPSHosted/INAG/files/4b24d_digion_manual.pdf).
- Titheridge, J. E. (2019a). Computer Control of an IPS-42 Ionosonde. <http://www.sws.bom.gov.au/IPSHosted/INAG/web-60/digion.htm>.
- Titheridge, J. E. (2019b). Computer Controlled Operation of the IPS-42 Ionosonde. <https://www.sws.bom.gov.au/IPSHosted/INAG/uag-104/text/tither.html>.
- Torres, L. A., Nuñez, L. A., & Torréns, R. (2011). Implementación de un Repositorio de Datos Científicos usando Dspace, 101–117.
- WDC. (2017). World Data Centre Space Weather Services. [http://www.sws.bom.gov.au/World\\_Data\\_Centre/3/1](http://www.sws.bom.gov.au/World_Data_Centre/3/1).
- WDC. (2019). World Data Centre Bureau of Meteorology Space Weather Services. [http://www.sws.bom.gov.au/World\\_Data\\_Centre](http://www.sws.bom.gov.au/World_Data_Centre).
- Wilkinson, P., Kennewell, J. A., & Cole, D. (2018). The development of the Australian Space Forecast Centre (ASFC). *History of Geo- and Space Sciences*, 9(1), 53–63. <https://doi.org/10.5194/hgss-9-53-2018>.

# UNA EXPERIENCIA DE ANÁLISIS DE LA CALIDAD DATOS EN EL CAMPO DE LA SALUD PÚBLICA\*

**Ricardo Ruiz Cortés<sup>1</sup>, Kevin Andrés Prieto Cruz<sup>2</sup>,  
Walter Hugo Arboleda Mazo<sup>3</sup>, Raquel Anaya Hernandez<sup>4</sup>,  
Arturo Jesús Laflor<sup>5</sup>**

## Resumen

Disponer de información confiable y precisa en el campo de la salud pública, es esencial para monitorear la salud y para evaluar y mejorar la prestación de servicios y los programas de atención de salud.

\*Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado "Una experiencia de análisis de la calidad de datos en el campo de la salud pública"

1 Especialista en Big Data e Inteligencia de Negocios. Ingeniero de Sistemas. Investigador, Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A, Facultad de Ingeniería, Ingeniería de Sistemas, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: ricardo.ruiz@unac.edu.co, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5378-6823>

2 Ingeniero de Sistemas, Ingeniería de Sistemas, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: kaprieto@unac.edu.co

3 Estudiante de Doctorado en Filosofía en Tecnología de la Información, Magíster en Ingeniería, Especialista en Teleinformática, Ingeniero de Sistemas. Investigador, Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A, Facultad de Ingeniería, Ingeniería de Sistemas, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: warboleda@unac.edu.co, Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4937-5359>

4 Doctora en Ingeniería de la Programación Artificial, Ingeniera de Sistemas, Investigadora, Grupo de Investigación en Ingeniería Aplicada GI2A, Facultad de Ingeniería, Ingeniería de Sistemas, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: raquel.anaya.hdez@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9187-7427>

5 Maestro en Ingeniería, Ciencias de la Computación. Ingeniero de Sistemas Computacionales, Investigador. Correo electrónico: arturo.laflor@uabc.edu.mx



Este proyecto de investigación aplicada tiene como finalidad analizar la calidad de los datos de un programa de salud pública de una secretaria de salud y aplicar mecanismos reconocidos para la depuración de los datos de tal manera que puedan ser utilizados para aplicar procesos automáticos de análisis de datos.

La metodología aplicada es CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) que proporciona una descripción normalizada del ciclo de vida de un proyecto estándar de análisis de datos.

Para el entendimiento y preparación de los datos se utilizaron unas plantillas propuestas por un grupo interdisciplinar de investigación las cuales permitieron identificar las características de los datos y su nivel de calidad, a través de las siguientes tareas: Identificar el tamaño del conjunto de datos, realizar el análisis de las propiedades de cada característica que compone el conjunto de datos y definir el tratamiento de los datos faltantes.

Para la caracterización inicial de los datos se utilizó Excel y para realizar el proceso de perfilamiento de datos y variables se utilizó el software DQ Analyzer, posteriormente para la visualización de los datos se utilizó el software Microstrategy.

Como resultados de la investigación se encontraron datos desbalanceados para las variables objeto de estudio, así como datos faltantes, cardinalidad y falta de precisión en el análisis estadístico como la moda, la mediana y cuartiles.

**Palabras clave:** Big Data, promoción de la salud, prevención de la salud, enfermedades no transmisibles, ciencia de datos, inteligencia de negocios, aprendizaje automático.

## Abstract

Having reliable and accurate information in the field of public health is essential to monitor health and to evaluate and improve the delivery of

services and health care programs.

This applied research project aims to analyze the quality of data from a public health program run by a secretary of health and apply recognized mechanisms for data purification in such a way that they can be used to apply automatic data analysis processes.

The applied methodology is CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) which provides a standardized description of the life cycle of a standard data analysis project.

For the understanding and preparation of the data, some templates proposed by an interdisciplinary research group were used, which allowed identifying the characteristics of the data and its level of quality, through the following tasks: Identify the size of the data set, carry out the analysis of the properties of each characteristic that makes up the data set and define the treatment of the missing data.

For the initial characterization of the data, Excel was used and the DQ Analyzer software was used to perform the data and variable profiling process, later for the data visualization, the Microstrategy software was used.

As results of the research, unbalanced data were found for the variables under study, as well as missing data, cardinality and lack of precision in the statistical analysis such as mode, median and quartiles.

**Keywords:** Big Data, health promotion, health prevention, Noncommunicable Diseases, data science, business intelligence, machine learning.

## Introducción

Los datos para la promoción y prevención, provienen de las Entidades Generadoras de Salud, estas se encargan de estandarizar indicadores de salud (Strome, 2014).

Aunque existan muchos datos, se encuentra que están principalmente enfocados en aspectos epidemiológicos, dejando de lado los factores de estilo de vida (Imran, 2018).

Para que los datos puedan servir como elementos valiosos para analizar tendencias y establecer políticas de salud, utilizando herramientas informáticas, se hace necesario enfocar esfuerzos para evitar mal tratamiento de los datos y lograr su calidad (Nelson, 2018).

## DESAROLLO

### Planteamiento del problema y justificación

Un correcto diagnóstico para la creación de programas y proyectos de intervención de la comunidad a nivel municipal (Tawalbeh, Mehmood, Benkhelifa, & Songs, 2016), depende de la calidad de los datos recolectados sobre hábitos saludables en las campañas de salud (Zhang, Qiu, Tsai, Hassan, & Alamri, 2017), es así como realizar una correcta revisión de la forma como son recolectados los datos es de gran importancia en la salud pública.

Las entidades y organismos de salud a nivel regional y nacional e Internacional (EPS, IPS, secretarías de Salud, Ministerio de Salud y Protección Social, OPS, OMS), reconocen hoy en día la importancia de promover entre la población un estilo de vida saludable, como una de las estrategias claves para prevenir las Enfermedades No Trasmisibles. El Plan Decenal de Salud Pública (PDSP) para el período (2012 a 2021) tiene como visión “la salud como un derecho fundamental, dimensión central del desarrollo humano” y una de sus dimensiones es la de Vida Saludable y Condiciones no Trasmisible con dos componentes básicos: modos, condiciones y estilos de vida saludable y condiciones crónicas prevalentes, dentro del

cual ya se tienen resultados preliminares, la intención es descubrir más información de valor para este tipo de poblaciones.

El público objetivo son aquellas personas que trabajan en el campo de la salud pública interesadas en analizar datos para el cuidado de la salud y mejoramiento del estilo de vida.

### **Contexto**

Entidad: Secretaria de Salud de Bello, Unidad: Promoción y prevención en salud.

### **Fuente de datos**

Los datos con los que se cuentan actualmente en el proyecto se obtuvieron de una fuente primaria, almacenados y procesados por el Sistema GENESIS en su versión 1.0, desarrollo propio de la Secretaria de Salud el cual está desarrollado en ASP.NET 4.7 – C#, base de datos: MS SQL Server 2012 SP4, para equipos de escritorio, alojado en un servidor Windows Server 2012, la información inicial se obtiene usando un instrumento de medición como lo es una encuesta de forma manual en las actividades llamadas barriadas, luego se lleva a cabo el proceso de digitación de la información, de esta manera queda almacenada y dispuesta para ser exportada en formato Excel.

### **Entendimiento del problema**

En los resultados preliminares de la investigación se logró realizar una fase donde se estableció una entrevista con la persona encargada del área y se definieron las variables de interés objeto de estudio la siguiente actividad se realizó un primer filtro a los datos iniciales de la encuesta para solo dejar los datos de interés: Datos generales y datos con respecto al riesgo cardiovascular los cuales fueron: barrio, zona, comuna, fecha de nacimiento, sexo, grupo poblacional: indígena, afrocolombiano, Gitano, raizal, mestizo, condición especial: víctima, mujer cabeza de familia, desplazado, LGTBI, desmovilizado, red unidos, discapacidad, riesgo

cardiovascular: hipertensión, diabetes, actividad física, licor, fuma, peso, talla, IMC, presión arterial, perímetro abdominal.

Es por este motivo que se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿Es posible que a partir del análisis de los datos se obtenga un conocimiento más profundo de la población objeto de estudio? ¿Se puede establecer un plan de estilo de vida saludable con base en el conocimiento producto del análisis de los datos?

### **Objetivo general**

Aplicar Técnicas de Minería de Datos que provean la toma de decisiones con los datos recolectados en las jornadas de promoción y prevención en la Secretaría de Salud de Bello.

### **Objetivos específicos**

- Identificar la(s) fuente(s) y estructura(s) de los datos clínicos de la población objeto de estudio.
- Realizar el montaje de los datos clínicos y datos del estilo de vida en el entorno de análisis de datos seleccionado.
- Realizar el análisis de los resultados obtenidos.
- Plantear una infraestructura tecnológica para el análisis de los datos.

## **Metodología**

Enfoque de investigación aplicada usando técnicas de minería de datos sobre la población objeto de estudio que fue un universo limitado al número de encuestados específicamente mayores de 18 años y que tienen los datos de interés, en este aspecto se trata específicamente el riesgo cardiovascular como uno de los factores asociados a enfermedades crónicas no transmisibles y correlacionado con el estilo de vida al tiempo

que se pueden establecer asociaciones y hacer un perfilamiento de los encuestados.

Se aplicó la metodología CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) que proporciona una descripción normalizada del ciclo de vida de un proyecto estándar de análisis de datos.



Figura 1. Metodología CRISP-DM

En el desarrollo del proyecto se plantearon las siguientes fases

**Fase 1:** Conocimiento del negocio.

**Fase 2:** Conocimiento de los datos.

**Fase 3:** Preparación de los datos sobre riesgo cardiovascular

**Fase 4:** Elaboración de reporte final sobre calidad de los datos.

En el marco del convenio realizado con investigadores de la Universidad Autónoma de Baja California se tiene en cuenta el aporte a través del proyecto "Estrategia de estudio preliminar de la viabilidad de la aplicación

de modelos de Machine Learning a bases de datos según la naturaleza de los datos” (Díaz-Valladares, 2016) en el cual se proponen cinco pasos para la implementación de un descubrimiento de conocimiento de datos (KDD).

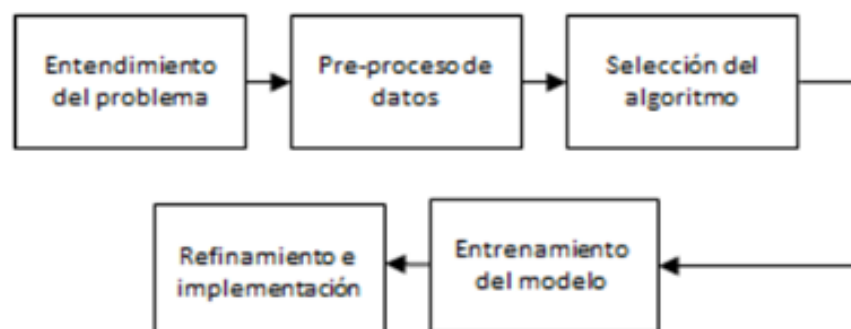


Figura 2. Esquema de pasos para aplicación de algoritmo ML.

## Método

El pre-proceso de datos comprende las siguientes tareas asociadas: el tamaño del conjunto de datos, el análisis de las propiedades de cada característica que compone el conjunto de datos y el tratamiento de los datos faltantes.

Tabla 1.

### *Datos cantidad de encuestados*

| <b>Año</b>             | <b>Cantidad</b> |
|------------------------|-----------------|
| 2014                   | 7.391           |
| 2015                   | 14.041          |
| 2016 – hasta 6/29/2017 | 15.221          |
| Total                  | 36.653          |

## Análisis de propiedades de las características

Tabla 2.  
*Variables objeto de estudio*

| N° | Categoría                       | Nombre   | Tipo de dato     | Valor que puede tomar | Descripción en el contexto   | Total |
|----|---------------------------------|--|------------------|-----------------------|--|-------|
| 1  | Demográfica                     | Barrio   | String / Integer | Lugar                 | Parte de una población de extensión relativamente grande, que contiene un agrupamiento social. | 6     |
| 2  | Demográfica: Grupo Poblacional  | Indígena-<br>Afrocolombiano-<br>Gitano-Raizal-<br>Mestizo                    | Booleano         | Verdadero / Falso     | Grupo Poblacional  | 5     |
| 3  | Demográfica: Condición especial | Victima - Mujer cabeza de flia -<br>Desplazado -<br>LGTBI -<br>desmovilizado | Booleano         | Verdadero / Falso     | Condición especial   | 7     |
| 4  | Enfermedades                    | Hipertensión -<br>Diabetes   | Booleano         | Verdadero / Falso     | Riesgo cardiovascular  | 2     |
| 5  | Estilo de vida                  | Actividad física -<br>licor - fuma   | Booleano         | Verdadero / Falso     | Factor protector - Factor de riesgo  | 3     |
| 6  | Fisiologica                     | Perimetro abdominal  | Integer          | 102 cm                | Factores que inciden en el estilo de vida de la persona  | 5     |

Las siguientes tablas donde se muestran las variables continuas y categóricas se realizaron con Microsoft Excel, donde se realizó el filtrado de los datos a usar, además del uso de fórmulas aplicando estadística descriptiva.



Tabla 3.  
*Variables continuas*

| Variable                  | Cantidad | Faltantes | Cardinalidad | Mínimo | Cuartil-1 | Mediana | Cuartil-3 | Media  | $\sigma$ |
|---------------------------|----------|-----------|--------------|--------|-----------|---------|-----------|--------|----------|
| Peso kg                   | 6217     | 1295      | 231          | 2      | 37        | 52      | 64        | 55,19  | 79,24    |
| Talla cm                  | 6217     | 1227      | 112          | 14     | 141       | 153     | 160       | 126,51 | 62,17    |
| IMC                       | 6217     | 942       | 481          | 1      | 16,4      | 21      | 26        | 25,73  | 37,53    |
| Presión Arterial Sistole  | 6217     | 3425      | 195          | 10     | 110       | 120     | 130       | 119,95 | 15,39    |
| Presión Arterial Diastole | 6217     | 4790      | 218          | 20     | 70        | 80      | 80        | 74,68  | 10,31    |
| Perimetro abdominal       | 6217     | 1520      | 83           | 3      | 0         | 0       | 83        | 49,60  | 1461,42  |

Tabla 4.  
*Variables categóricas*

| Variable         | Cantidad | Faltantes | Cardinalidad | Moda      | Frecuencia de la moda | Porcentaje de la moda | 2da. Moda | Frecuencia de la 2da moda | Porcentaje de la 2da moda |
|------------------|----------|-----------|--------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|
| Hipertensión     | 7391     | 322       | 2            | FALSO     | 4878                  | 65,99                 | VERDADERO | 2190                      | 29,62                     |
| Diabetes         | 7391     | 2         | 2            | FALSO     | 6612                  | 88,09                 | VERDADERO | 878                       | 11,87                     |
| Actividad física | 7391     | 2         | 2            | VERDADERO | 4889                  | 66,13                 | FALSO     | 2502                      | 33,84                     |
| Licor            | 7391     | 2         | 2            | FALSO     | 6602                  | 87,95                 | VERDADERO | 889                       | 12,06                     |
| fuma             | 7391     | 2         | 2            | FALSO     | 6964                  | 94,20                 | VERDADERO | 427                       | 5,77                      |

### **Análisis de datos faltantes**

La ausencia de datos, es un tema no exclusivo de ML, ha sido tema de estudio de los procesos estadísticos por las implicaciones que esto tiene, en este caso para el proyecto se realiza un análisis de los datos faltantes y se evalúa el impacto que tiene al ser aislados del universo de los datos a trabajar, obteniendo de esta manera que el impacto es menor dado que se tiene una muestra significativa de los datos objeto de estudio con la cual se pueden obtener resultados relevantes.

## Limpieza de los datos

El peso, la talla y el índice de masa corporal (IMC) son exportados por el sistema como números enteros, los cuales se convirtieron a decimales para el correcto análisis. Esta limpieza se hizo directamente en Excel a través de macros para generar el valor correcto de las variables.

## Resultados

- Aplicación de técnica de Minería de Datos (Análisis Exploratorio de Datos, Ingeniería de características, Análisis Estadístico de Datos)
- Separación de los datos en variables continuas y variables categóricas para generar un reporte de calidad de datos por cada tipo.
- Diseño de una infraestructura tecnológica para el análisis de los datos objeto de estudio.
- Visualización de datos con el Software MicroStrategy para obtener gráficos de correlaciones u otras relaciones entre los datos objeto de estudio.

Tabla 5.

*Análisis de datos faltantes de variables categóricas (año 2014)*

| Variable         | Observaciones   |
|------------------|---|
| Hipertensión     | De los 7391 datos objeto de estudio, se hallaron 7069 que poseen el booleano de Hipertensión, Diabetes, Actividad física, Licor y Fumar, correspondiente al <b>95.6 %</b> del total de los datos objeto de estudio. |
| Diabetes         |   |
| Actividad física |   |
| Licor            |   |
| fuma             |   |

Tabla 7.

*Análisis de datos faltantes de variables continuas (año 2015)*

| Variable                    | Observaciones   |
|-----------------------------|---|
| Peso kg                     | De los 6217 datos objeto de estudio, se hallaron 4595 que poseen valor en el peso, talla, IMC, presión arterial (PAS/PAD) y perímetro abdominal, correspondiente al <b>73.9 %</b> del total de los datos objeto de estudio. |
| Talla cm                    |   |
| Imc                         |   |
| Presión Arterial Sistólica  |   |
| Presión Arterial Diastólica |   |
| Perímetro abdominal         |   |

## Discusión

A partir de los resultados obtenidos es necesario desarrollar un plan de acción para la mejora en la calidad de los datos, y esto permitirá dar respuesta a la segunda pregunta ¿Cuáles son los principales análisis

obtenidos de este conjunto de datos?, pues determina la manera de aplicar algoritmos de Machine Learning estableciendo modelos que pueden facilitar la comprensión y entendimiento de patrones a partir de los datos objeto de estudio.

Tabla 8.  
*Resultados y plan de mejora*

| Variable                          | Irregularidad           | Plan para atender la irregularidad   |
|-----------------------------------|-------------------------|--|
| <b>Peso</b>                       | Valores fuera de rango. | <u>Eliminar</u> dichos valores presto que la cantidad es relativamente baja. En el software <u>agregar</u> validaciones para admisión solamente de campos enteros y agregar límites equivalentes a la variable, se deben eliminar estos valores cuando se realiza la <u>preparación de los datos</u> , llamando a este proceso <u>reformato</u> de los datos, y se procede a hacer nuevamente un análisis de los datos para conocer su comportamiento. |
| <b>Talla</b>                      | Valores fuera de rango. | <u>Eliminar</u> dichos valores presto que la cantidad es relativamente baja. En el software <u>agregar</u> validaciones para admisión solamente de campos enteros y agregar límites equivalentes a la variable, se deben eliminar estos valores cuando se realiza la <u>preparación de los datos</u> , llamando a este proceso <u>reformato</u> de los datos, y se procede a hacer nuevamente un análisis de los datos para conocer su comportamiento. |
| <b>Perímetro abdominal</b>        | Valores fuera de rango. | <u>Eliminar</u> dichos valores presto que la cantidad es relativamente baja. En el software <u>agregar</u> validaciones para admisión solamente de campos enteros y agregar límites equivalentes a la variable, se deben eliminar estos valores cuando se realiza la <u>preparación de los datos</u> , llamando a este proceso <u>reformato</u> de los datos, y se procede a hacer nuevamente un análisis de los datos para conocer su comportamiento. |
| <b>Presión arterial sistólica</b> | Valores fuera de rango. | <u>Eliminar</u> dichos valores presto que la cantidad es relativamente baja. En el software <u>agregar</u> validaciones para admisión solamente de campos enteros y agregar límites equivalentes a la variable, se deben eliminar estos valores cuando se realiza la <u>preparación de los datos</u> , llamando a este proceso <u>reformato</u> de los datos, y se procede a hacer nuevamente un análisis de los datos para conocer su comportamiento. |

## Conclusiones

El uso de técnicas de minería de datos específicamente la analítica se basa en el hecho de que es posible inferir comportamiento o caracterizar fenómenos de la realidad a partir de la observación y el análisis de datos asociados a dicho fenómeno.

La experiencia en la realización de este trabajo ha aportado y enriquecido el conocimiento de los autores y se obtienen las siguientes

conclusiones con el propósito de continuar con las siguientes fases del proyecto:

Mejorar la captura de la información al momento de realizar la jornada, en lo posible lograr que la captura en el sistema se haga directamente en el sitio de la encuesta. (Usar dispositivos digitales (Hardware - Software))

Mejorar el formato para obtener información con mayor precisión y disponible para su medición (Ejemplo: Fuma: entre 1 - 5, 6 - 10; cigarrillos diarios).

Mejorar la digitación de la información (Debe ser información que esté en el formato y digitarla de manera completa); hacer procesos de validación iniciales para evitar valores fuera de rango y datos faltantes.

Mejorar la exportación de los datos del sistema (ejemplo: uso de decimales para la talla, IMC, peso, etc)

El hallazgo en los datos objeto de estudio se evidencian las posibles enfermedades asociadas al riesgo cardiovascular lo cual conlleva a generar soluciones para mejorar el estilo de vida de la población en estudio.

## REFERENCIAS

- Chen, M., Hao, Y., Hwang, K., Wang, L., & Wang, L. (2017). Disease Prediction by Machine Learning over Big Data from Healthcare Communities. *IEEE Access*, 3536(c), 1–10. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2694446>
- Imran, M. (2018). Big Data Analytics Tools and Platform in Big Data Landscape. *Health Journal*, 10(2), 23-27
- Kupwade Patil, H., & Seshadri, R. (2014). Big Data Security and Privacy Issues in Healthcare. 2014 IEEE International Congress on Big Data, (November), 762–765. <https://doi.org/10.1109/BigData.Congress.2014.112>
- Nambiar, R., Bhardwaj, R., Sethi, A., & Vargheese, R. (2013). A look at challenges and opportunities of Big Data analytics in healthcare. *Proceedings - 2013 IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2013*, 17–22. <https://doi.org/10.1109/BigData.2013.6691753>
- Nelson, R. (2018). Health informatics: An interprofessional approach. *Health Journal*, 23(4), 32-45
- Strome, T. (2014). Healthcare analytics for quality and performance improvement. *Journal in Systems and Health*, 20(1), 56-78.
- Tawalbeh, L. A., Mehmood, R., Benkhelifa, E., & Songs, H. (2016). Mobile Cloud Computing Model and Big Data Analysis for Healthcare Applications. *IEEE Access*, 4, 6171–6180. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2613278>
- Zhang, Y., Qiu, M., Tsai, C. W., Hassan, M. M., & Alamri, A. (2017). Health-CPS: Healthcare cyber-physical system assisted by cloud and big data. *IEEE Systems Journal*, 11(1), 88–95. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2015.2460747>
- Heinrich, A. (2016). Big Data Technologies in Healthcare Needs, opportunities and challenges. *Big Data Technologies in Healthcare Needs, opportunities and challenges*, 31. Recuperado a partir de <http://www.bdva.eu/sites/default/files/Big Data Technologies in Healthcare>.

pdf

Díaz-Valladares, R. A. (2016). Oportunidades para la investigación e innovación. Nuevo León, México: Publicaciones Universidad de Montemorelos.

# IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES QUE AFECTAN LOS RIESGOS LABORALES EN TRES MIPYMES PARA CONSTRUCCIÓN DE LA PREVENCIÓN LABORAL\*

Jesús David Morales Guzmán<sup>1</sup>

## Resumen

Es comprensible que en Colombia el plan de acción en contra de los riesgos laborales en las microempresas del sector manufacturero enfocados en la confección textil, no se ha venido ejecutado de la manera correcta, puesto que, según las normativas colombianas e internacionales que velan por la seguridad en el trabajo, exige que se implemente un plan de prevención de riesgo laboral en cada compañía, a fin de que se proteja la salud y la protección de cada uno de los integrantes de un equipo de trabajo. Al no verse cumplido el plan de prevención necesario, se vería afectada la productividad de una organización, ocasionando ineficiencia y sobrecostos en sus procesos.

Es por lo anterior que se pretende con este proyecto identificar las variables que afectan los riesgos laborales enfocándose en las Pymes dedicadas a la confección textil en el municipio de Medellín- Colombia, con el objetivo de hacer cumplir las normas internacionales que se manejan en este tema y así mismo generar conciencia en cuanto a la prevención de riesgos laborales.

\*Capítulo de libro de investigación resultado del proyectotitulado Identificación de variables que afectan los riesgos laborales en tres MiPymes para construcción de la prevención laboral.

<sup>1</sup> Estudiante Ing.Industrial. Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico e-mail: jesusd.moralesg@unac.edu.co



**Palabras clave:** Prevención, riesgo laboral, confección textil, microempresa, taller de prevención de riesgos laborales.

## Abstract

It is understandable that in Colombia the action plan against occupational risks in the manufacturing sector microenterprises focused on textile clothing, has not been implemented correctly, since, according to Colombian and international regulations that ensure safety at work, it requires a prevention plan for occupational risks in each company. To protect the health and safety of each member of a work team. Failure to comply with the necessary prevention plan would affect the productivity of an organization, causing inefficiency and cost overruns in its processes.

This is why this project aims to identify the variables that affect occupational risks focusing on smes engaged in textile clothing in the municipality of Medellín - Colombia, in order to enforce international standards that are handled in this area and also generate awareness regarding the prevention of occupational risks.

**Keywords:** Labour health, risk prevention, occupational risk, textile sector, SMEs, workshop on occupational risk prevention.

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto consiste resaltar la importancia de la implementación del sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), de acuerdo con la normativa vigente hacia las Pymes del sector manufacturero enfocado en la producción textil. Se les dará la información correspondiente a los tipos de riesgos y peligros que estarán expuestos en sus lugares de trabajo y cuáles son los requerimientos mínimos que deben tener de

acuerdo con la normativa vigente. La implementación del taller se hará de forma dinámica y práctica, de tal manera que puedan entender la importancia de este sistema y conservar la integridad física y mental de sus trabajadores.

## DESAROLLO

A partir de lo descrito en la ISO 45001 se crea una estrategia por medio de un taller práctico el cual vele por la salud y seguridad en el trabajo de microempresas en el sector de Medellín como primer nivel (Sánchez Campo, Aranda Miguel, Castellanos Mariano, Osorio Juan, Pérez Juan, Rodríguez María, 2018) . Para alcanzar el objetivo esperado implementaremos las resoluciones generadas por el ministerio de trabajo (00000652, 0312, 1409) y el ministerio de la protección social, resolución 2646; para que de esta manera el taller realizado logre una correcta elaboración, ejecución y concientización tanto en los entes administrativos y también en el personal de trabajo.

### **Normativas ISO y decretos respecto a los riesgos laborales según la ley colombiana**

#### **Resolución 4927 de 2016**

La siguiente resolución tiene el objetivo de orientar sobre los parámetros que hay que tener en cuenta para el desarrollo de la capacitación respecto al sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y de cuáles son las instituciones que están habilitadas para dar esta capacitación. Esta capacitación tiene una duración de 50 horas, se lleva a cabo de manera virtual y es totalmente gratuita, de la misma manera esta dirijo para todo el público en general, principalmente para aquellas personas que tienen a cargo la seguridad de una empresa u organización (Ministerio del Trabajo, 2016)

### **Decreto 1295 de 1994.**

Se reglamenta la administración y organización en la implementación de Sistema de Riesgos laborales en una compañía, teniendo como principales actores a los empleadores y a los trabajadores (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1994).

### **ISO 45001: Sistema de seguridad y salud en el trabajo.**

La norma ISO 45001 se inspira en la norma OHSAS 18001, teniendo como foco primordial, instando a las organizaciones a que puedan prevenir los accidentes, las enfermedades y las muertes, interpretando y verificando que hayan sido por una actividad laboral. Teniendo en cuenta lo anterior, esta norma busca que se pueda asegurar la seguridad y bienestar de los trabajadores de determinada compañía, teniendo en cuenta una sociedad colectiva, donde también se vean protegidos aquellos actores que sean indirectamente relacionados con la compañía, como visitantes, contratistas, etc. (Bolaños & Arevalo, 2018).

### **Bases conceptuales.**

#### **ISO**

Las siglas ISO representan a la Organización Internacional para la Estandarización; organismo responsable de regular un conjunto de normas para la fabricación, comercio y comunicación en todas las industrias y comercios del mundo. Este término también se les adjudica a las normas fijadas por el mismo organismo, para homogeneizar las técnicas de producción en las empresas y organizaciones internacionales (Definición ISO, 2019).

### **Microempresa.**

En Colombia se acepta que la pequeña empresa, es aquella que tiene menos de 50 trabajadores, aunque en otros países el límite puede ser inferior o superior (Parra Escobar, 1984). Lo que realmente define a la microempresa es su ilegalidad, puesto que las microempresas formales e informales funcionan de acuerdo con racionalidades idénticas y se diferencian solamente por su carácter de legales o ilegales respectivamente. Esta diferencia a su vez, con lleva a diferencias en el acceso a los recursos productivos y a los mercados de dicha nación (Farías Hurtado, 2011).

La microempresa, es también definida por el congreso de la república colombiano, como aquella planta de personal no superior a los diez trabajadores, o así mismo a los activos totales excluyéndola vivienda por valor inferior a quinientos salarios mínimos mensuales legales vigentes (Congreso de Colombia, 2004).

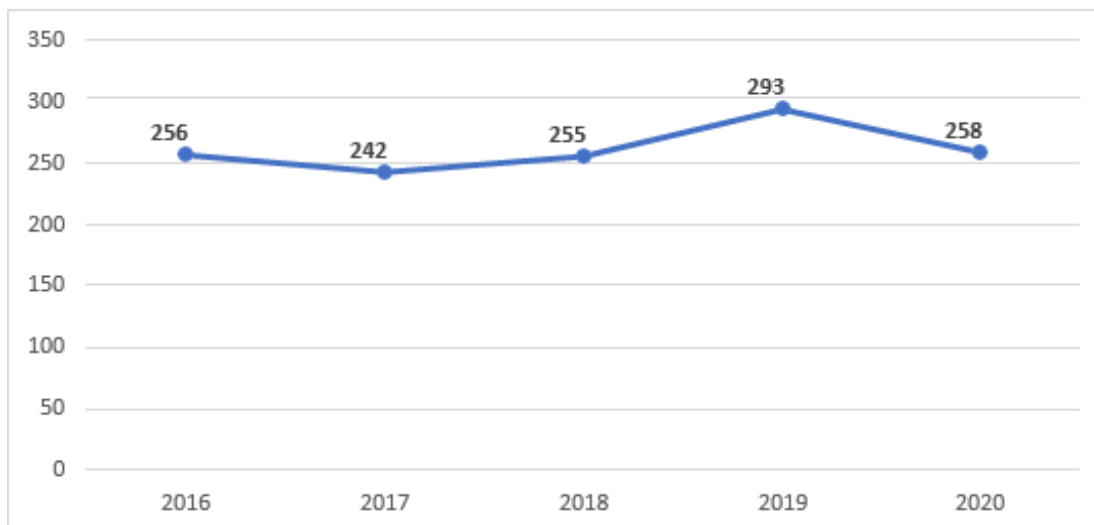
### **Enfermedad laboral.**

Las enfermedades laborales surgen como consecuencia del no manejo de los riesgos laborales en una empresa, esto puede acarrear serios problemas para el trabajador a largo o corto plazo tanto en su vida cotidiana como en su desempeño laboral, actualmente en nuestra constitución colombiana se define lo siguiente "Es enfermedad laboral la contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar" (Ley N° 1562, 2012).

Las enfermedades en el trabajo pueden variar dependiendo de la ocupación que realice una persona en su equipo de trabajo, pero al mismo tiempo existen una serie de decretos y resoluciones las cuales procuran el cuidado de las personas que conforman un grupo de trabajo, el decreto

676 de 2020 habla acerca de las enfermedades que son originarios en un entorno de trabajo, entre ellas el COVID19.

Los siguientes datos estadísticos arroja una idea sobre los empleados que adquirieron alguna enfermedad al desempeñarse en algún puesto de trabajo en la industria textil entre los años 2016- 2020.



Gráfica 1. Enfermedades laborales 2016-2020

Según FASECOLDA y el Ministerio de trabajo con la circular Nro. 035, en el sector de manufactura las enfermedades más comunes son asociadas a la ergonomía que es un punto muy importante en los puestos de trabajo, son las siguientes (Fasecolda, 2019):

1. Síndrome del túnel carpiano.
2. Síndrome de manguito rotatorio.
3. Epicondilitis lateral.
4. Epicondilitis media.
5. Trastorno de disco lumbar y otros, con radiculopatía
6. Otros trastornos especificados de los discos intervertebrales.
7. Otras sinovitis y tenosinovitis.

8. Lumbago no especificado.
9. Tenosinovitis de estiloides radial (de Quervain).
10. Otros tipos de traumatismo no especificados.

### **Riesgos Laborales.**

La palabra riesgos laborales se refiere a todos aquellos peligros que se producen por ciertas actividades en el entorno laboral, que ponen en riesgo la seguridad de las personas que conforman un equipo de trabajo. Estos riesgos pueden ser generados por el hombre (error humano) o por la organización (el entorno en donde se realiza la actividad laboral) (Moreno & Godoy, 2012). Estos riesgos laborales si no se corrigen pueden convertirse en un daño para la salud del empleado y llegar a afectar la calidad de producción de una empresa.

### **Accidentes laborales.**

Los accidentes laborales surgen como consecuencia del no manejo de los riesgos que se pueden presentar en un entorno laboral, afectando la productividad en una empresa u organización. Ante esta situación la Constitución Política de Colombia nos dice lo siguiente: "es accidente de trabajo todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional o psiquiátrica, una invalidez o la muerte" (Congreso de Colombia, 2012).

Estos accidentes laborales pueden ser ocasionados por factores inmediatos o básicos: los inmediatos son los que se producen el accidente de manera directa, estos suceden por actos inadecuados entre los trabajadores o por instalaciones y utensilios de trabajo inseguros. La manera correcta para prevenir estos accidentes es analizando las causas básicas ya que estas son las responsables de desencadenar un accidente; el estado físico y emocional del empleado, la revisión y el mantenimiento

de las instalaciones y herramientas de trabajo, son factores que hay que tener en cuenta como método de prevención. (González et al., 2016).

### **Prevención de Riesgos Laborales**

Los sistemas de integración del sistema de gestión que calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales son sistemas que se han venido teniendo actualmente en la sociedad, ya que ellos tienen ciertas normas las cuales ayudan a tener una mejor vida laboral y esta manera mejorar reproducción. Las organizaciones comenzaron a desarrollar un sistema de calidad, después abordaron el medio ambiente y, por último, la prevención de riesgos laborales. Los tres han acabado siendo subsistemas del sistema de gestión de la organización (Escuela europea de excelencia, 2020).

### **Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).**

El SG-SST tiene como propósito el trabajo en conjunto entre el empleado y el empleador para la aplicación de las medidas de seguridad y salud en el trabajo (SST) para mejorar las condiciones y el entorno laboral, de esta manera se puede tener un mejor manejo de los riesgos y accidentes que se pueden dar en una empresa u organización (Espinoza, 2016).

El objetivo esencial de la SST es la gestión de los riesgos en el trabajo. A tal efecto, es preciso realizar evaluaciones de los peligros y los riesgos con miras a identificar aquello que podría resultar perjudicial para los trabajadores y la propiedad, para poder elaborar y aplicar las medidas de protección y prevención apropiadas (Organización Internacional del Trabajo (OIT), 2011).

## **Organización Internacional del Trabajo (OIT)**

La OIT es una organización que funciona dentro del núcleo de la ONU (Organización de las Naciones Unidas), su principal objetivo el de velar y promulgar los derechos de los trabajadores, de manera que tengan unas mejores garantías y condiciones en sus lugares de trabajo (Andrade, 2000). La creación de un organismo para el trabajo era una idea que venía desde 1897, pero con la llegada de la primera guerra quedo en evidencia las condiciones en las que las personas tenían que desempeñarse en sus puestos de trabajo, sin nombrar que tanto mujeres como niños eran sometidos al trabajo pesado, es por eso que desde 1919 se creó la OIT para mejorar la calidad laboral de los trabajadores y sirvió para marcar el fin de la primera guerra mundial quedando como uno de los medios para garantizar la paz en el planeta (Andrade, 2000).

Actualmente existen una serie de estándares laborales asignados por la OIT los cuales deben tomaren cuenta cada uno de los países y miembros que componen esta organización. Algunos de los problemas que es el de la disminución del trabajo infantil en países del este de Europa y la igualdad discriminación en países como: Estados Unidos, Canadá, países europeos y Japón (Jodar, 2005).

## **Auditoría de gestión**

La auditoría de gestión es una técnica la cual se basa en asesoramiento que ayudan analizar, diagnosticar y establecer recomendaciones a las empresas, con el propósito de que estas tengan éxito, de esta manera no solo se busca el bien de la empresa en cuanto a ganancias sino que el cuerpo humano que trabaja allí pueda tener una buena gestión en cuanto su ambiente laboral, buscando así eficiencia y calidad (Redondo et al., 1996).



Los accidentes laborales en la industria textil se ven íntimamente relacionados con el ambiente de la labor, también afectado por distintos factores como el estrés, la comunicación, y hasta el consumo de alcohol de los trabajadores. Un estudio desarrollado por la Dirección de Investigaciones Epidemiológicas y Psicosociales del Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de Lafuente realizado a una empresa textil, donde se tuvo una muestra de 277 trabajadores, dando recolección a los datos mediante un cuestionario anónimo. Luego de esto, se obtuvo que el 51.6% de los trabajadores manifestaban que una de las causas de estrés que ocurrían, era en que se producían accidentes en los puestos de trabajos, ya que no se tenía el suficiente cuidado en las labores que se realizaban. Además, el 14.2% presentaban niveles altos de estrés y el 60.5% manifestó que debían hacer mucho trabajo (Carreño et al., 2006).

Para analizar los riesgos categorizados es importante tener en cuenta que hay una gran diversidad de categorías, como se dan en la diversidad de empleos o métodos de trabajo. Para poder hallar los factores de riesgo en un puesto de trabajo o empresa es necesario aplicar una matriz de identificación de riesgos. Esta es una ayuda fundamental para la identificación y reducción de los accidentes y riesgos laborales en estas organizaciones.

Otro método de análisis de riesgos es el método del Análisis de Criterios Legales y Criterios Técnicos (ANACT). Este método tiene varias partes, pero se caracteriza por tener un análisis global de la empresa y además un análisis más específico en los puestos de trabajo, obteniendo así información detallada, dando paso a la aplicación de los métodos correspondientes para la reducción los factores de riesgo (Gonzales & Inche, 1999).

Enfocando la búsqueda de riesgos al sector de la manufactura y confección textil (dado que es el campo de acción de este proyecto), se

pueden encontrar factores de riesgo, como lo son: riesgos ergonómicos en puestos de trabajos no móviles, y riesgos mecánicos en operación con maquinaria. En estos casos se hace una valoración específica del puesto de trabajo y se aplican los métodos de análisis ya mencionados para reducir e identificar los posibles peligros (Gonzales & Inche, 1999). Seguido a lo anterior, es bien sabido que en Colombia se conoce muy poco sobre los accidentes de trabajo, ya que los estudios limitan su acción a descripciones de la incidencia y prevalencia de ellos. Pero a nivel mundial, el interés fundamental no es conocer su prevalencia, sino su etiología, para así generar planes de gestión del riesgo que eviten la ocurrencia de estos eventos; es así como diferentes instituciones, entre las que cabe resaltar a la OIT (Organización Internacional del Trabajo), tienen dentro de sus metas la reducción y el control de accidentes laborales, como ha quedado plasmado en su plan de acción del año 2010 al año 2016 (Vega-Monsalve, 2017).

Seguido a lo anterior, en Colombia puede identificarse un plan de mejora y control mediante una herramienta efectiva, que permita tener el seguimiento histórico y la prevención en la generación riesgos laborales que se ven presentados en cualquier tipo de compañía en el territorio colombiano. Es por esto, que se define el COPASO como el Comité Paritario de Salud Ocupacional. Además, este ha llegado al país mediante el Decreto Ley 1295 de 1994 (Art. 63), reemplazando a lo que era llamado el Comité de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial (Mesa, 2019). El comité de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial era un organismo de encargado en la promoción y vigilancia de las normas y estatus de la Salud Ocupacional (SO) dentro de una compañía (Ministerio de Trabajo, 1989).

Así mismo, se puede observar al COPASO como el organismo integrador para la comunicación de las actividades de SO al interior de una organización. Su objetivo es la participación en la divulgación, ejecución

y apoyo en todo lo que tenga que realizarse en el apartado de la SO en cualquier compañía (Mesa, 2019).

Al verse analizados los riesgos laborales, se tiene en cuenta que el Ministerio del Trabajo para el año 2014, dio a conocer que las tasas de accidentes laborales en Colombia fueron de un 7,73 por cada 100 trabajadores. Seguido a esto, se realiza la comparación con la tasa mundial, que es de 8 y 12 accidentes laborales por cada 100 trabajadores. Por consiguiente, se tiene en cuenta que, de acuerdo con la información proporcionada por una de las aseguradoras de riesgo profesionales en el país (Colmena Seguros), en el año 2019 los sectores que presentan mayor cantidad de accidentes labores son el de la construcción, industria manufacturera y comercio en el departamento de Antioquia, siendo este (sector manufacturero) uno de los que tiene el índice más alto del país (Colmena seguros, 2019).

Según las estimaciones de la OIT de 2008, en el 2003 se produjeron en el mundo alrededor de 358.000 accidentes de trabajo mortales y otros 337 millones de accidentes de trabajo que no resultaron mortales. Día a día, se están produciendo cerca de 2.000 accidentes de trabajo y al menos mueren 4 trabajadores (Molina Castaño, 2012). Llevando el caso a nuestro país, se encuentra el departamento de Antioquía, considerada como la segunda región de Colombia con más siniestros reportados para el año 2014, donde se constaba con cifras ascendientes a 191.957 accidentes y 77 muertes (Vega-Monsalve, 2017).

Al observar la información anterior, es evidente que en Colombia considerando su estructura económica, con el 52,7% de las compañías cuyos procesos implican actividades de bajo riesgo, queda claro que no hay un fundamento justificativo que demuestre los indicadores tan altos que hay en el territorio (Vega-Monsalve, 2017).

Según diferentes autores, esta cifra se debe a la escasa implementación de SG-SST (Sistema de Gestión y Seguridad y Salud en el Trabajo) en las compañías, que debe regirse por los organismos internacionales, conjuntamente a la normalización y estructura de leyes en Colombia, que ira en base al modelo propuesto por la OIT que se puede apreciar en la figura 1 (Vega-Monsalve, 2017).



*Figura 1.* Elementos del SG-SST propuestos por la OIT. Fuente: (Oficina Internacional del Trabajo, 2002).

Así mismo se ha encontrado en la Imagen 1 un formato de autoevaluación para los trabajadores en el área de confección textil, donde se visualiza algunos tipos de preguntas que responden a resultados que se esperan, respecto al conocimiento o no del puesto de trabajo y por consiguiente, sí existen o no riesgos laborales.

## GUIA DE AUTOEVALUACION

### Prevención de riesgos en talleres de confección de prendas de vestir

#### I. Responda verdadero o falso

- |   | V                        | F                        |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1. Puede fumar en zonas de alto riesgo, siempre y cuando lo haga solo, pues así no arriesga a los demás.                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Es necesario mantener los materiales combustibles lejos de los procesos a altas temperaturas.                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. No se debe utilizar máquinas o equipos con las manos mojadas.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Si el cordón de la plancha eléctrica está gastado o deshilachado, deberá repararlo.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Sólo las personas de mayor experiencia pueden ajustar el prensa-telas de las máquinas, mientras el motor está funcionando. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

#### II. Seleccione una alternativa

##### 1. Respecto del procedimiento de trabajo:

- Si tiene experiencia, puede hacer las cosas a su manera, aunque se salga del procedimiento de trabajo.
- Debe seguir el procedimiento de trabajo aunque no le guste.
- Sólo tiene que seguir el procedimiento si no sabe algo, pero cuando tenga experiencia puede improvisar.
- Puede no seguir el procedimiento si nunca le ha pasado nada.

- Alternativa a
- Alternativa b
- Alternativa c
- Alternativa d

##### 2. ¿Cuál afirmación es correcta?

- Puede utilizar máquinas o equipos que estén en mal estado si no hay otra opción.
- Puede utilizar extensiones eléctricas que no estén certificadas sólo si los jefes lo hacen.
- Los cables eléctricos conectados a las máquinas cortadoras deben mantenerse aéreamente suspendidos, mediante tensores de acero deslizables, para evitar que sean cortados por los equipos de corte.
- Los accidentes eléctricos no se pueden evitar.

- Alternativa a
- Alternativa b
- Alternativa c
- Alternativa d

##### 3. Son causas de caídas:

- Pasillos obstruidos con materiales
- Escaleras sucias
- Cables sueltos y desordenados en el piso
- Pisos irregulares y con aberturas

- Alternativas a, b y d
- Alternativas c y d
- Alternativas b y c
- Todas las alternativas

Figura 2. Guía de autoevaluación; Prevención de riesgos en talleres de confección de prendas de vestir. Fuente: Asociación Chilena de Seguridad, 2003)

## CONCLUSIÓN

Se concluye con la investigación anterior, que en el país se ve reflejada una gran deficiencia ante la prevención de riesgos y accidentes laborales, ya que no hay concientización por parte de las microempresas para con sus trabajadores. Además, teniendo en cuenta la investigación realizada por el Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente es de suma importancia en el taller que será desarrollado, ya que los accidentes laborales se pueden desarrollar en menor o mayor medida dependiente de las condiciones laborales que se manejen en cada una de las micros, medianas o grandes empresas del sector de la confección textil (Carreño et al., 2006).

Al tener una visión clara podemos ver que, aunque las cifras hallan reducido considerablemente en el último par de años, claramente aún se mantienen en un numero bastante alto los accidentes y enfermedades que pueden ocurrir. Para reducir estas estadísticas es necesario que las empresas capaciten a sus trabajadores y mejores sus espacios de trabajo, es precisamente esto lo que se busca con este proyecto de investigación

Al reconocer la brecha entre las organizaciones y los datos estadísticos de accidentes laborales (incluyendo muertes), se lleva a visualizar a que es necesario dar la creación a dicho taller, con el fin si es posible, en la reducción de estas acciones a lo mínimo posible, puesto que esto generaría consecuencias a futuro tales como: más pérdidas de vidas, pérdida de recursos, una menor eficiencia en la productividad y una menor reputación para con sus clientes. Estos hechos se pueden producir tanto para las microempresas del sector textil, como para todas las que estén instituidas en el país. Teniendo la información anterior en cuenta, es necesario continuar realizando un seguimiento de este problema con



el tema de riesgo laboral, a la vez de solicitar una gestión datos que se manejan respecto a este tema en cada una de las Pymes.

## REFERENCIAS

Andrade, J. C. Y. (2000). Chile y la organización internacional del trabajo(1919-1925). hacia una legislación social universal. *Revista de Estudios Historico-Juridicos*, 22, 317–332. <https://doi.org/10.4067/S0716-54552000002200014>

Bolaños, S. J., & Arevalo, J. F. (2018). Revisión de literatura Sistema Integrado de Gestión: ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018 [Universidad Santiago de Cali]. [https://repository.usc.edu.co/bitstream/20.500.12421/4175/2/REVISIÓN DE LITERATURA .pdf](https://repository.usc.edu.co/bitstream/20.500.12421/4175/2/REVISIÓN%20DE%20LITERATURA.pdf)

Carreño, S., Medina, E., Martínez, N., Juárez, F., & Vázquez, L. (2006). Características organizacionales, estrés y consumo de alcohol en trabajadores de una empresa textil en trabajadores de una empresa textil mexicana. *Salud Mental*, 29(4), 63–70.

Carreño, S. Medina, E Martínez, N Juárez, F Vázquez, L 2006 Características organizacionales, estrés y consumo de alcohol en trabajadores de una empresa textil entrabajadores de una empresa textil mexicana *Salud Mental*, 29 4 63 70

Colmena seguros. (2019). Riesgos Laborales. 2019. <https://www.colmenaseguros.com/noticiascolmena/Paginas/noticias.aspx?NoticialD=118>

Congreso de Colombia. (2004). Ley 905 de 02 de Agosto de 2004. 11.

Congreso de Colombia. (2012). Ley No. 1562 del 11 de julio 2012. In "POR LA CUAL SE MODIFICA EL SISTEMA DE RIESGOS LABORALES Y SE DICTAN OTRASDISPOSICIONES EN MATERIA DE SALUD OCUPACIONAL."

DefiniciónISO. (2019). Definición ISO. Concepto y Definición. <https://conceptodefinicion.de/iso/>

Dueñas, D. A. (2015). SIGES( SISTEMA INTEGRAL PARA LA GESTIÓN DE SEGURIDAD) (Issues 23–6) [Corporación universitaria adventista]. <http://>

repository.unac.edu.co/bitstream/handle/11254/214/Trabajo de grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Escuela europea de excelencia. (2020). La seguridad vial en la prevención de riesgos laborales. Escuela Europea de Excelencia. <https://www.nueva-iso-45001.com/2019/09/implantacion-de-un-sistema-de-prevencion-segun-iso-45001/>

Espinosa, A. (2016). SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO SG-SST. In *Ilegal* (pp. 1–61). <https://doi.org/10.5406/j.ctvh9vvn.9>

Farías Hurtado, I. (2011). Elementos para el Estudio de la Cultura. *Revista MAD*, 0(6), 153–174. <https://doi.org/10.5354/0718-0527.2002.14816>

Fasecolda, F. de A. C. (2019). Fasecolda en Acción: El Sistema de Riesgos Laborales protege a los trabajadores del país. *Mayo 7, 2018*, 4–9. <https://fasecolda.com/index.php?cID=2646>

Gonzales, C., & Inche, J. (1999). Modelo William T. Fine - Riesgo Mecánico. *7*, 33–41.

González, A., Bonilla-Santos, J., Quintero, M., Reyes, C., & Chavarro, A. (2016). Análisis de las causas y consecuencias de los accidentes laborales ocurridos en dos proyectos de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, 31(1), 5–16. <https://doi.org/10.4067/s0718-50732016000100001>

[http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/13223/1/Auditoria de gestión.pdf](http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/13223/1/Auditoria%20de%20gesti%C3%B3n.pdf)

<https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/RiesgosLaborales/Paginas/enfermedad-laboral.aspx>

Jodar, P. (2005). La Organización Internacional del Trabajo (OIT) y los estándares labor... <http://www.upf.edu/iuslabor/042005/PereJodar.htm> 04/2005. 1958, 4.

Ley N° 1562. (2012). Enfermedad laboral. 1562.

Mesa, R. R. (2019). Seguridad Y Salud En El Trabajo. *Tratado Sobre Seguridad Social*, 643–667. <https://doi.org/10.2307/j.ctvswx8sw.13>

Ministerio del Trabajo. (2016). Resolución No 4927 de 2016 (p. 8).

Molina Castaño, C F 2012 Factores individuales asociados con acci-



dentos laborales en trabajadores afiliados a dos Aseguradoras de Riesgo Profesionales de la ciudad de Medellín, 2012 Facultad Nacional de Salud Pública El Escenario Para La Salud Pública Desde La Ciencia, 30 10 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5463886>

Moreno, F., & Godoy, E. (2012). Riesgos laborales un nuevo desafío para la gerencia. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 7(1), 38–56. [http://www.spentamexico.org/v7-n1/7\(1\)38-56.pdf](http://www.spentamexico.org/v7-n1/7(1)38-56.pdf)

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2011). Sistema de Gestión de la SST: una herramienta para la mejora continua. In *Organización Internacional del trabajo*.

Parra Escobar, E. (1984). Microempresa y desarrollo. *Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)*, 53(9), 1–108. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Redondo, R., Xavier, D., & Perez, L. (1996). AUDITORIA DE GESTION.

Vega-Monsalve, N. D. C. (2017). Nivel de implementación del programa de seguridad y salud en el trabajo en empresas de Colombia del territorio Antioqueño. *Cadernos de Saúde Pública*, 33(6), 1–10. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00062516>

# CAMINO HACIA UNA UNIVERSIDAD SOSTENIBLE\*

**Ana Cristina Zúñiga Zapata<sup>1</sup>, Adriana Cristina Jiménez<sup>2</sup>,  
Héctor Fabian Palacios<sup>3</sup>**

## Resumen

La Corporación Universitaria UNAC ha emprendido el camino hacia la sostenibilidad al ser coherente con su filosofía enmarcada en la mayordomía cristiana. El objetivo de este texto es sintetizar el camino que ha emprendido la Institución para la obtención de una certificación en sostenibilidad. Realizar una hoja de ruta para la sostenibilidad es una estrategia importante hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, dispuestos por la Organización de las Naciones Unidas. El resultado más importante en este proyecto es obtener la hoja de ruta para convertir a la Corporación Universitaria Adventista – UNAC en una institución líder en el desarrollo sostenible. El desarrollo sostenible se

\*Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado "Liderazgo para los objetivos de desarrollo sostenible" y realizado en la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Adventista.

1 Doctora en Bioeconomía, Magister en Gestión de Ciencia Tecnología e Innovación, Especialista en logística integral, Ingeniera Industrial, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: investigacion@unac.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6503-412X>

2 Magíster Sistemas Integrados de Gestión y PRL, Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: [ing.industrial@unac.edu.co](mailto:ing.industrial@unac.edu.co)

3 Magíster en Educación, Especialista en Docencia, Licenciado en Teología, Diseñador Industrial, Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación, Corporación Universitaria Adventista. Correo electrónico: [hfpalaciosv@unac.edu.co](mailto:hfpalaciosv@unac.edu.co), Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3167-5767>

convierte en uno de los elementos básicos para impactar la sociedad a 2030 en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

**Palabras Clave:** Desarrollo sostenible, Sostenibilidad, UNAC.

## Abstract

The Coporación Universitaria Adventista - UNAC has embarked on the path towards sustainability by being coherent with its philosophy framed in Christian stewardship. The objective of this text is to synthesize the path that the Institution has taken to obtain a certification in sustainability. Making a roadmap for sustainability is an important strategy towards the fulfillment of the Sustainable Development Goals set forth by the United Nations. The most important result in this project is to obtain the roadmap to make Corporación Universitaria Adventista - UNAC a leading institution in sustainable development. Sustainable development becomes one of the basic elements to impact society by 2030 within the framework of the Sustainable Development Goals.

**Key words:** Sustainable development, Sustainability, UNAC.

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto se desarrolla en el marco del sistema de investigación de la Corporación Universitaria UNAC, en la Facultad de Ingeniería. En la situación actual de los países con respecto al cuidado del medio ambiente y al uso de los recursos naturales, las instituciones de educación superior tienen un reto importante para ser coherentes con sus objetivos en la educación, las instituciones deben evidenciar acciones tendientes a ser coherentes con los Objetivos de Desarrollo sostenible planteados por las naciones Unidas.

Este trabajo plantea la necesidad que tiene la Corporación Universitaria Adventista de emprender el camino hacia el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (en adelante ODS). Son una serie de metas establecidas por las Naciones Unidas en su Agenda 2030, con el fin de abordar los desafíos globales y promover un desarrollo sostenible en todos los países. Estos objetivos abarcan una amplia gama de áreas temáticas, como la erradicación de la pobreza, la igualdad de género, la educación de calidad, la acción por el clima y la paz y la justicia. El propósito principal de los ODS es garantizar un futuro sostenible para las generaciones presentes y futuras, promoviendo la prosperidad económica, la protección del medio ambiente y el bienestar social. Cada objetivo tiene metas específicas y se espera que los países adopten medidas concretas para alcanzarlos.

El grupo de Investigación Ingeniería Aplicada, coherente con las líneas de investigación en Gestión empresarial y ambientes inteligentes, considera que un inicio importante para el desarrollo sostenible es trabajar en la adopción de patrones sostenibles de consumo y producción al interior de la institución. Para avanzar en una bioeconomía competitiva y sostenible, es fundamental impulsar la gobernanza participativa para comprometer a toda la sociedad y a todas las partes relevantes en un diálogo abierto e informado, y comprometer a los gobiernos y la industria en los esfuerzos concertados de impulso a la innovación con metas definidas (De Jaramillo, 2018) Por ello, este proyecto busca impulsar una cultura institucional amigable con el medio ambiente, ahorrando, y usando de manera responsable los recursos naturales disponibles en la institución, enseñando y promoviendo por medio de campañas y semanas de énfasis ambiental el desarrollo y aplicación del proyecto.

En esta nueva era donde la sostenibilidad es un elemento importante en la sociedad, es indispensable tomar medidas que permitan el avance hacia una institución con energías renovables y que a la vez beneficien a

la comunidad con excelente cuidado al medio ambiente. Otro concepto a tener en cuenta en esta investigación es la economía circular como una forma de organización económica, en la que se procura que el valor de los productos e insumos materiales, se mantengan dentro del ciclo económico durante tanto tiempo como sea posible, apuntando con ello a que la generación de residuos se controle y se propone un cambio sistémico radical que apunta al ecodiseño, la simbiosis industrial, la economía de la funcionalidad, reúso, reparación, re - manufactura y valorización. (Hernández & Céspedes, 2020).

Teniendo en cuenta que la Corporación Universitaria Adventista - UNAC es una universidad de la Iglesia Adventista del Séptimo Día, los valores son el pilar de la filosofía para la educación que imparte. Integridad, Compromiso, Innovación, Pasión, Esperanza (Plan estratégico UNAC, 2020). En este sentido, los principios se ven estrechamente relacionados con el cuidado de la tierra y se compromete en su avance y sostenimiento de la misma. Manejando constantemente el desarrollo y aplicación de proyectos ambientales desde la Dirección de Sostenibilidad y La dirección de proyección social.

### **Objetivo General:**

Impulsar una cultura de sostenibilidad en la Corporación Universitaria Adventista para ser coherentes con la filosofía de la educación adventista y los objetivos de desarrollo sostenible 2030.

### **Objetivos Específicos:**

- Caracterizar los elementos básicos para el desarrollo de la cultura ambiental al interior de la institución coherente con la filosofía de la educación adventista.
- Generar una hoja de ruta para el compromiso de la UNAC con la sostenibilidad.
- Analizar los componentes básicos para la sostenibilidad social

con el fin de obtener visibilidad frente a los entes institucionales y gubernamentales como una institución certificada en sostenibilidad.

## DESAROLLO

### Marco Referencial

La Corporación Universitaria Adventista - UNAC, adscrita a la Iglesia Adventista del Séptimo Día, tiene en su filosofía el cuidado del medio ambiente como mandato divino que Dios da al hombre en su creación, designándolo como fiel mayordomo de todos los recursos que Él ha dispuesto para su existencia (Department General Conference of Seventh-day Adventists, 2011).

Este enfoque filosófico de la UNAC no solo se alinea con sus valores fundacionales, sino que también se conecta con un contexto global en el que la preocupación por la sostenibilidad y la preservación del medio ambiente se ha convertido en una prioridad crítica. El reconocimiento de que la humanidad tiene la responsabilidad de cuidar y proteger la creación de Dios, como se registra en Génesis 2:15 "Tomó, pues, Jehová Dios al hombre y lo puso en el huerto de Edén, para que lo labrara y lo cuidara" (RV95), lo que constituye un fundamento esencial para la comprensión de las motivaciones y objetivos de la UNAC en su búsqueda de prácticas y políticas sostenibles.

Lo anterior también establece un punto de partida relevante para examinar cómo la UNAC aborda concretamente la implementación de prácticas sostenibles en su estructura institucional, programas académicos y proyectos de investigación. Además, sirve como un recordatorio constante de la importancia de integrar la ética y la responsabilidad

ambiental en todas las facetas de la vida universitaria y en su relación con la comunidad más amplia.

La intersección entre la filosofía adventista y los principios de sostenibilidad proporciona un terreno fértil para la investigación y la acción en la UNAC, ya que impulsa una comprensión profunda de la necesidad de equilibrar el progreso humano con la preservación del entorno natural. En este contexto, este marco de referencia se erige como un cimiento sólido para explorar cómo la UNAC está cumpliendo su mandato de mayordomía y cómo está contribuyendo a los esfuerzos globales para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

Teniendo en cuenta que en la actualidad, la bioeconomía surge como respuesta a cuatro desafíos globales: 1) el crecimiento de la población mundial y la seguridad alimentaria; 2) el aumento de los residuos sin un destino específico; 3) la transición de los combustibles fósiles a fuentes de energía alternativas y 4) las preocupaciones sobre el cambio climático. Los elementos fundamentales de la bioeconomía son los recursos naturales, los sistemas, los principios y los procesos biológicos, así como todas las tecnologías relacionadas con su conocimiento, desarrollo, imitación, transformación o regeneración (Hernández & Céspedes, 2020). Además, la bioeconomía engloba todas las actividades económicas que obtienen productos y servicios, generando valor económico, utilizando como elementos fundamentales los recursos biológicos (Biointropic, EAFIT, & SILO, 2018). Por lo tanto, es necesario tener en cuenta consideraciones relacionadas con el cuidado del medio ambiente y sus fuentes, tratando y procesando tanto recursos renovables como no renovables de manera responsable y efectiva para hacer frente a la crisis ambiental y los efectos secundarios causados por su uso negligente.

La bioeconomía es un proceso de transformación social dinámico y complejo, que exige una perspectiva de política a largo plazo; los países

pueden definir su bioeconomía en función de sus realidades y capacidades nacionales, así como sus elementos programáticos. (G. Rodríguez, Rodrigues, & Sotomayor, 2019). Por ello, también se desarrollan los ODS (ONU, 2018) en los cuales se busca desarrollar una solución a las necesidades que el mundo enfrenta hoy, y el Proyecto de Sostenibilidad UNAC busca aportar a estos proyectos y actividades sostenibles en la Institución Universitaria. A continuación, se describen brevemente:

1. **Fin de la pobreza:** Erradicar la pobreza extrema en todas sus formas, asegurando que todas las personas vivan con al menos un nivel básico de bienestar económico.
2. **Hambre cero:** Garantizar el acceso a una alimentación saludable y suficiente para todas las personas, y promover la agricultura sostenible.
3. **Salud y bienestar:** Asegurar una vida sana y promover el bienestar para todas las edades, incluyendo el acceso a servicios de salud de calidad.
4. **Educación de calidad:** Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, promoviendo oportunidades de aprendizaje para todos.
5. **Igualdad de género:** Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y niñas, eliminando la discriminación y la violencia de género.
6. **Agua limpia y saneamiento:** Asegurar la disponibilidad y gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
7. **Energía asequible y no contaminante:** Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos, promoviendo la eficiencia energética.
8. **Trabajo decente y crecimiento económico:** Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, y el empleo pleno y productivo para todos.
9. **Industria, innovación e infraestructura:** Desarrollar infraestructuras



resilientes y promover la industrialización inclusiva y sostenible, fomentando la innovación.

- 10. Reducción de las desigualdades:** Reducir la desigualdad dentro y entre países, promoviendo políticas que favorezcan la inclusión social y económica.
- 11. Ciudades y comunidades sostenibles:** Hacer las ciudades y los asentamientos humanos inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- 12. Producción y consumo responsables:** Garantizar patrones de consumo y producción sostenibles.
- 13. Acción por el clima:** Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- 14. Vida submarina:** Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, mares y recursos marinos para el desarrollo sostenible.
- 15. Vida de ecosistemas terrestres:** Proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de forma sostenible los bosques y luchar contra la desertificación y la pérdida de biodiversidad.
- 16. Paz, justicia e instituciones sólidas:** Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir instituciones eficaces y responsables.
- 17. Alianzas para lograr los objetivos:** Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la alianza global para el desarrollo sostenible.

El agotamiento de energéticos fósiles y el daño ocasionado a la naturaleza y sus ecosistemas, demanda la planeación e implantación de un nuevo modelo energético donde las necesidades del hombre y la estabilidad de la naturaleza se mantengan en un nivel equilibrado. El desarrollo continuo de nuevas tecnologías ha permitido que poco a poco las consideradas “energías renovables” tomen una posición importante

y se perfilen como una de las principales soluciones al déficit energético y a los problemas ambientales que amenazan con colapsar el desarrollo de las principales actividades humanas. (Granda Gutiérrez, y otros, 2013)

En cuanto al desarrollo de las energías limpias se considera que “la energía solar fotovoltaica (ESFV) constituye una fuente de energía renovable, la cual puede usarse en la generación de electricidad mediante el uso de paneles solares fotovoltaicos (PSFV) que convierten la radiación solar en electricidad, haciéndola aplicables a múltiples actividades de la vida.” (Arencibia Carballo, 2016). Es así como esta serie de conceptos importantes contribuyen a este trabajo que sintetiza una hoja de ruta para el camino hacia una universidad sostenible.

## METODOLOGÍA

Este estudio se clasifica como exploratorio, ya que busca analizar y comprender los elementos fundamentales necesarios para el desarrollo de un proyecto destinado a promover la sostenibilidad de la UNAC y convertirla en una institución líder en la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

El enfoque exploratorio es apropiado en este caso, ya que permite examinar a fondo los diferentes factores que podrían influir en el éxito del proyecto. Según Creswell (2017), la investigación exploratoria se utiliza para investigar áreas poco conocidas o poco exploradas, y su objetivo principal es generar ideas y comprender fenómenos complejos.

Diversos estudios han demostrado la importancia de la sostenibilidad en las instituciones académicas y su impacto en el liderazgo de los ODS. Según Hinduja et al. (2023), las universidades desempeñan un

papel fundamental en la promoción de la sostenibilidad a través de la educación, la investigación y la divulgación. Además, la sostenibilidad se ha convertido en un tema de gran relevancia en la agenda global, como señala Sachs (2015), quien destaca la necesidad de que las instituciones académicas se involucren activamente en la implementación de los ODS.

En este sentido, el presente estudio busca identificar los elementos clave que permitirán a la UNAC avanzar hacia la sostenibilidad y consolidarse como líder en la implementación de los ODS. Se utilizarán diversas fuentes de información, como revisión de literatura especializada y análisis de políticas institucionales, con el fin de obtener una visión integral de la situación actual y proponer recomendaciones concretas para el proyecto.

## RESULTADOS

La facultad de Ingeniería y las Direcciones de sostenibilidad e Investigación de la Corporación Universitaria Adventista, comprometidas con los objetivos de desarrollo sostenible ha emprendido el camino para ser coherentes con la misión institucional: "Ser una universidad comprometida con la cultura de calidad y el desarrollo social y ambiental, a través de un modelo educativo transformador e innovador, con impacto glocal". Y su visión institucional: "Transformar personas en líderes íntegros, innovadores, con responsabilidad social y ambiental, al servicio de Dios y del mundo". (Plan estratégico UNAC, 2020, p. 13).

Al interior del grupo de investigación en Ingeniería aplicada, de la Facultad de Ingeniería, se desarrolla el proyecto, Liderazgo para los objetivos de Desarrollo sostenible. Al ser un estudio de tipo exploratorio, se ha trabajado metodológicamente con los miembros del equipo del pro-

yecto en reuniones periódicas, en consultas bibliográficas, en benchmarking con otras instituciones pares y en la conformación del semillero de ingeniería industrial con estudiantes de todas las carreras de la institución para la construcción de la hoja de ruta hacia la sostenibilidad en la Corporación Universitaria Adventista. Durante el año 2022, los investigadores, coinvestigadores y estudiantes vinculados al proyecto trabajaron para la construcción de la hoja de ruta del proyecto que permita generar el camino hacia el reconocimiento de la Corporación Universitaria Adventista como una institución sostenible.

Al interior del proyecto se han desarrollado instrumentos y herramientas para la consolidación del proyecto en 2023 que se enumeran a continuación:

- Diseño de una herramienta de diagnóstico para la medición de la cultura de la sostenibilidad al interior de las empresas que hacen parte del conglomerado industrial de la institución.
- Diseño de los frentes de trabajo en el proyecto para el año 2023.
- Consolidación del semillero de sostenibilidad interdisciplinar al interior de la institución.
- Diseño de una plataforma de servicios para prestar consultorías a nivel industrial y ambiental a pymes en la ciudad.

Este proyecto se convierte en la herramienta fundamental para la consolidación de la Corporación Universitaria Adventista como una universidad sostenible.

A continuación, se presenta la herramienta de diagnóstico diseñada para la medición de la cultura de sostenibilidad desarrollada en el proyecto (Tabla 1).

Tabla 1.  
*Encuesta Objetivos de desarrollo sostenible.*

|   |   |             |                   |
|---|---|-------------|-------------------|
| <b>Investigadores de la entrevista:</b>                           | Grupo de Investigación Ingeniería aplicada            |             |                   |
| <b>Proyecto:</b>  | Liderazgo para los objetivos de desarrollo sostenible |             |                   |
| <b>Duración:</b>  | <b>Fecha</b>  | <b>Hora</b> | <b>Asistentes</b> |
| <b>Información Empresa: (Nombre, ciudad, dirección, teléfono)</b> |   |             |                   |
| <b>Información del contacto: (Nombre, cargo, email, teléfono)</b> |   |             |                   |

Indicaciones: Favor colocar con la letra X la respuesta más acertada que aplica a la siguiente encuesta:

| <b>ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO EMPRESARIAL SOBRE OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE</b>                | <b>Nivel</b>   | <b>Nivel</b>   | <b>Nivel</b>   | <b>Nivel</b>   |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>1. Interés</b>  | <b>1</b>       | <b>2</b>       | <b>3</b>       | <b>4</b>       |
| 1 ¿Tiene interés la empresa en trabajar los ODS?   |                |                |                |                |
| 2 ¿Considera que los ODS aportan a la estrategia empresarial?                                      |                |                |                |                |
| 3 ¿Identifica en sus empleados interés por el tema de sostenibilidad?                              |                |                |                |                |
| 4 ¿Está interesado en una consultoría de apoyo al mejoramiento de la sostenibilidad de la empresa? |                |                |                |                |
| 5 ¿Cuenta la compañía con estrategias de inversión en sostenibilidad?                              |                |                |                |                |
| <b>2. Conocimiento y experiencia</b>   | <b>Nivel 1</b> | <b>Nivel 2</b> | <b>Nivel 3</b> | <b>Nivel 4</b> |
| 6 ¿Tiene usted conocimiento sobre el tema de los ODS?  |                |                |                |                |
| 7 ¿Cuenta con algún área o departamento que apoye el trabajo en los ODS?                           |                |                |                |                |
| 8 ¿Se han presentado acercamientos con entidades de apoyo para el trabajo en ODS?                  |                |                |                |                |
| 9 ¿Cuentan con programas de capacitación sobre ODS?  |                |                |                |                |
| 10 ¿Tiene vinculada alguna persona con estudios en sostenibilidad?                                 |                |                |                |                |
| <b>3. Iniciativas</b>  |                |                |                |                |
| 11 ¿Cuenta con algún proyecto activo en sostenibilidad?  |                |                |                |                |
| 12 ¿Tiene en su plan estratégico objetivos o metas relacionados con los ODS?                       |                |                |                |                |
| 13 ¿Sus empleados generan iniciativas en sostenibilidad?   |                |                |                |                |
| 14 ¿Considera importante certificarse en sostenibilidad?   |                |                |                |                |
| 15 ¿Se ha asignado presupuesto para alguna iniciativa en sostenibilidad?                           |                |                |                |                |
| <b>4. necesidades relacionadas con ODS. Marque con X en cual ODS está interesado</b>               |                |                |                |                |

- ODS 1 – Fin de la pobreza
  - ODS 2 – Hambre cero
  - ODS 3 – Salud y bienestar
  - ODS 4 – Educación de calidad
  - ODS 5 – Igualdad de género
  - ODS 6 – Agua limpia y saneamiento
  - ODS 7 – Energía asequible y no contaminante
  - ODS 8 – Trabajo decente y crecimiento económico
  - 16 ODS 9 – Industria, innovación e infraestructura
  - ODS 10 – Reducción de las desigualdades
  - ODS 11 – Ciudades y comunidades sostenibles
  - ODS 12 – Producción y consumo responsables
  - ODS 13 – Acción por el clima
  - ODS 14 – Vida submarina
  - ODS 15 – Vida de ecosistemas terrestres
  - ODS 16 – Paz, justicia e instituciones sólidas
  - ODS 17 – Alianzas para lograr los objetivos
- 

- 17 **Definición**  
Escriba lo que para usted significa sostenibilidad
- 

- Necesidades**  
18 Escriba las necesidades que usted tiene si fuese a recibir una consultoría externa en sostenibilidad
- 

- Retos**  
19 ¿Cuáles son los retos que plantea su organización con respecto a los objetivos de desarrollo sostenible?
- 

- Sugerencia**  
20 ¿Tiene alguna sugerencia de cómo se puede trabajar en su empresa en un tema de sostenibilidad?
- 

Fuente: Elaboración propia con base en los Objetivos de Desarrollo Sostenible Naciones unidas. 2017.

También, en el marco de las actividades del proyecto se desarrolló el plan para el día de la cultura ambiental en conjunto con la Dirección de proyección social en la que se pretende dar el primer paso para la implantación de la cultura ambiental al interior de la institución.

Adicionalmente, se planteó el proyecto de investigación 2023, enfocado a cumplir con el objetivo. Después de varias discusiones al interior de la facultad se determinó la hoja de ruta para el logro del objetivo, el cual se compone de los siguientes elementos que serán trabajados en 2023.

1. Construcción de la cultura de sostenibilidad al interior de la institución.

2. Diseño de una granja agroecológica para la enseñanza de la sostenibilidad a nivel académico en la asignatura Educación Agroecología que es transversal a todas las carreras académicas en la institución.
3. Implementación de tecnologías limpias al interior de la institución.
4. Participación en convocatorias para el reconocimiento de la institución como universidad sostenible.

En un trabajo interdisciplinar durante el año 2023 se pretende cumplir con estos objetivos planteados en esta hoja de ruta derivada del trabajo desarrollado en 2022.

Una vez se avance en el desarrollo de esta hoja de ruta se buscará la participación en la convocatoria de Corantioquia como universidad sostenible en 2023.

## DISCUSIÓN

La discusión de los hallazgos y conclusiones presentados en este estudio revela una serie de consideraciones significativas en relación con el compromiso de la Corporación Universitaria Adventista (UNAC) hacia la sostenibilidad. Estos resultados tienen implicaciones tanto a nivel interno como externo y ofrecen un panorama integral de los desafíos y oportunidades que enfrenta la institución en su búsqueda por convertirse en una universidad sostenible.

Uno de los puntos cruciales que emerge de este trabajo es la importancia de la alineación del objetivo institucional con la misión y visión de la UNAC en todos sus departamentos y áreas. Esta alineación estratégica se presenta como un factor fundamental para garantizar que las acciones y esfuerzos en pro de la sostenibilidad no sean aislados ni superficiales,

sino que estén arraigados en la identidad y valores fundamentales de la institución. Esta convergencia de objetivos institucionales conduce a un sentido de coherencia y propósito compartido que puede catalizar el cambio y la innovación en toda la universidad (Albareda et al., 2019).

Además, se destaca la capacidad de los grupos de investigación de la UNAC para desempeñar un papel esencial en la consecución de los objetivos de sostenibilidad. Estos grupos tienen la oportunidad de proponer proyectos específicos que contribuyan al logro del objetivo general de sostenibilidad. Esta colaboración entre la investigación y la práctica institucional puede generar soluciones concretas y basadas en evidencia para los desafíos ambientales que enfrenta la UNAC, al tiempo que enriquece la formación académica y profesional de los estudiantes involucrados en estos proyectos (Sánchez et al., 2021).

El papel de los semilleros y grupos de investigación como generadores de estrategias para la optimización del uso sostenible de los recursos naturales también es destacable. Estas estrategias no solo tienen un impacto tangible en la huella ambiental de la institución, sino que también fomentan la participación activa de la comunidad universitaria en la promoción de prácticas sostenibles (Quintana & Vargas, 2020). Este enfoque no solo se traduce en beneficios ambientales, sino que también fortalece la sensibilización y responsabilidad ambiental de los estudiantes y el personal (Tejedor et al., 2019).

Este enfoque hacia la sostenibilidad no solo se traduce en un mejor posicionamiento de la UNAC como líder en prácticas sostenibles, sino que también contribuye a la formación de profesionales conscientes de la importancia de preservar el entorno natural. Esta formación va más allá de la adquisición de conocimientos y se convierte en una parte integral de la preparación de los estudiantes para enfrentar los desafíos globales del siglo XXI (Minguet, Piñero & Martínez, 2020).



## CONCLUSIONES

La transformación de la Corporación Universitaria Adventista - UNAC en una universidad sostenible representa un compromiso trascendental con la coexistencia armoniosa entre la educación superior y el entorno natural que la rodea. Este objetivo implica mucho más que la mera adopción de prácticas eco-amigables; es un llamado profundo a la evolución de la conciencia institucional y de la comunidad académica en su conjunto.

Al perseguir la sostenibilidad, la UNAC se embarca en una búsqueda de conocimiento y acción que trasciende las fronteras tradicionales de la enseñanza y la investigación. Se convierte en una entidad que abraza la responsabilidad social y ambiental como parte integral de su misión educativa. En este viaje, se desafía a sí misma a repensar la relación entre el ser humano y la naturaleza, reconociendo que el bienestar humano y la salud del planeta están inextricablemente interconectados.

Convertirse en una universidad sostenible no solo implica medidas prácticas, sino también la promoción de valores éticos y una comprensión profunda de la interdependencia de todos los seres vivos. Es un llamado a la reflexión constante, a la innovación y a la colaboración interdisciplinaria. Es un compromiso con las generaciones presentes y futuras, y un recordatorio de que la educación no solo se trata de adquirir conocimientos, sino de cultivar la sabiduría para tomar decisiones informadas y éticas.

En última instancia, la UNAC está en la vanguardia de una evolución educativa que busca trascender los límites convencionales y abrazar una visión más amplia y profunda de su papel en la sociedad y el mundo. En su viaje hacia la sostenibilidad, no solo se transforma a sí misma, sino que

también inspira a otros a unirse en la búsqueda de un futuro más prometedor y equitativo para todos.

## REFERENCIAS

- Albareda-Tiana, S., García-González, E., Jiménez-Fontana, R., & Solís-Espallargas, C. (2019). Implementing pedagogical approaches for ESD in initial teacher training at Spanish universities. *Sustainability*, 11(18), 4927. <https://doi.org/10.3390/su11184927>
- Arencibia Carballo, G. (2016). La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(9), 1-4.
- Biointropic, EAFIT, & SILO. (24 de 01 de 2018). Estudio sobre bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia. Obtenido de DNP: <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/informe%201/ANX2.%20Alcance%20concepto%20bioeconomia%20para%20Colombia.pdf>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- De Jaramillo, H. (2018). Bioeconomía: el futuro sostenible. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 188-201.
- Department General Conference of Seventh-day Adventists. (2011). *Declaraciones, orientaciones y otros documentos (ed. en español)*. Gema Editores, Asociación Publicadora Interamericana
- G. Rodríguez, A., Rodrigues, M., & Sotomayor, O. (2019). Hacia una bioeconomía sostenible en América latina y el Caribe. *Recursos Naturales y Desarrollo* (191), 37.
- Hernández, R., & Céspedes, J. (2020). Bioeconomía: una estrategia de sostenibilidad en la cuarta revolución industrial. *Revista de Investigación*

- e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 126-133.
- Hinduja, P., Mohammad, R. F., Siddiqui, S., Noor, S., & Hussain, A. (2023). Sustainability in Higher Education Institutions in Pakistan: A Systematic Review of Progress and Challenges. *Sustainability*, 15(4), 3406.
- Minguet, P. A., Piñero, A., & Martínez-Agut, M. P. (2014). La sostenibilidad en la formación universitaria: Desafíos y oportunidades. *Educación xx1*, 17(1), 133-158.
- ONU (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- ONU. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe. (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago., 9-80.
- Pacto Mundial, Red Española. (2018). Guía para el liderazgo de los objetivos de desarrollo sostenible. <https://www.pactomundial.org/noticia/guia-para-el-liderazgo-de-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible/#:~:text=La%20gu%C3%ADa%20sostiene%20que%20el,y%20as%C3%AD%20comenzar%20el%20ciclo>
- Quintana, C. A., & Vargas, J. A. Educar para la sostenibilidad en tiempos de pandemia a través de UNICA Sostenible.
- Sachs, J. D. (2015). *The age of sustainable development*. Columbia University Press.
- Sánchez-Carracedo, F., Ruiz-Morales, J., Valderrama-Hernández, R., Muñoz-Rodríguez, J. M., & Gomera, A. (2021). Analysis of the presence of sustainability in Higher Education Degrees of the Spanish university system. *Studies in Higher Education*, 46(2), 300-317. <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1630811>
- Tejedor, G., Segalàs, J., Barrón, Á., Fernández-Morilla, M., Fuertes, M. T., Ruiz-Morales, J., ... & Hernández, À. (2019). Didactic strategies to promote competencies in sustainability. *Sustainability*, 11(7), 2086. <https://doi.org/10.3390/su11072086>
- UNAC. (2020). Plan estratégico UNAC 2021-2025. Medellín: UNAC.